TRABAJO DE INVESTIGACIÓN TUTELADA

"G.W. Leibniz: de la Biología a la Metafísica"

Sergio Rodero

Universidad de Granada

Departamento de Filosofía

2007

"Algún día –escribía Leibniz en 1696 refiriéndose al cartesianismo– los filósofos se asombrarán de cómo ha podido caerse en una opinión tan poco razonable como la de la secta maquinal*" (*G.W.Leibniz, A *Sofía:* AI.13, n.59, p. 88).

"La justicia es la caridad del sabio. Y la sabiduría, la ciencia de la felicidad" (G.W.Leibniz, *Praecognita ad Encyclopaediam sive Scientiam Universalem,* G.P., VII, pp. 27, 43. Poco después añade: "Yo opino que la sabiduría no es más que la ciencia de la felicidad, y que la verdadera erudición, como preparación a la sabiduría, es el hábito del alma instruida en el mayor número de conocimientos eficaces para vivir bien y dichosamente; éste debe ser siempre el fin tanto de los estudios como de la vida toda", G.W.Leibniz, G.P., VII, p. 45).

En el Libro Primero de la *Metafísica*, a la búsqueda de la ciencia deseada, la ciencia de los primeros principios del saber, Aristóteles ya nos había obsequiado con esta asombrosa afirmación: "Y es la más digna de mandar entre las ciencias, y superior a la subordinada, la que conoce el fin por el que debe hacerse cada cosa. Y este fin es el bien de cada una y, en definitiva, el bien supremo de la naturaleza toda" (Aristóteles, *Metafísica,* 982b 4-7).

CONTENIDO

Págs.

INTRODUCCIÓN..... 7

- Presentación y objetivos de la investigación. 7

PRIMERA PARTE: LA SITUACIÓN DE LA FILOSOFÍA NATURAL EN LOS SIGLOS XVI-XVIII

CAPÍTULO 1: EL RENACIMIENTO CIENTÍFICO DEL SIGLO XVI.....15

1.1.- Introducción. 15
1.2.- La tradición galénica. 18
1.3.- El movimiento naturalista en el arte. 22
1.4.- Vesalio y la *Fabrica*. 23
1.5.- Copérnico. 27
1.6.- El siglo XVI: un siglo de confusión. 39

CAPÍTULO 2: NUEVOS SISTEMAS DE FILOSOFÍA DE LA CIENCIA EN EL SIGLO XVII.....51

2.1.- El método experimental en el siglo XVII. 51
2.2.- La ciencia del s. XVII: organización y fines. 65
2.3.- Influencias técnicas. 70
2.4.- Naturaleza y medida. 73
2.5.- Newton y su legado. 85

CAPÍTULO 3: INNOVACIONES BIOLÓGICAS..... 99

3.1.- Antecedentes de la Revolución biológica. 99
3.2.- La fisiología de los siglos XVI y XVII. 102
3.2.1.- Datos experimentales y "ejemplos críticos". 102
3.2.2.- La circulación de la sangre. 104
3.2.3.- William Harvey. 106

SEGUNDA PARTE: BIOLOGÍA Y METAFÍSICA EN LEIBNIZ

CAPÍTULO 4: EL CONCEPTO DE ORGANISMO VIVO DE G.W. LEIBNIZ Y LA OPOSICIÓN A STAHL..... 119

4.1.- G. W. Leibniz *versus* G. E. Stahl. 119
4.2.- La teoría orgánica y el concepto de *organismus vivo.* 121

CAPÍTULO 5: NOCIONES DE PROCEDENCIA BIOLÓGICA EN LA METAFÍSICA LEIBNIZIANA..... 129

5.1.- El concepto de sustancia. 129
5.2.- La noción de "sustancia corpórea". 131
5.3.- El concepto de "mónada". 147
5.4.- La noción de "vis viva". 150
5.4.1.- Conservación de la misma fuerza motriz. 151
5.4.2.- La "vis elastica" como confirmación del principio de continuidad y divisibilidad. 156
5.4.3.- La "vis interna" como esencia de los cuerpos. 158
5.5.- La noción de "appetitus". 163
5.5.1.- Redefinición del Sistema leibniziano desde la Dinámica. 163
5.5.2.- De la armonía a la racionalización de la idea tradicional de *conatus.* 166
5.6.- La noción de "espejo viviente". 172
5.6.1.- La noción de "cuerpo orgánico". 174
5.6.2.- La noción de "animal orgánico". 176
5.6.3.- Todo es un "espejo viviente". No hay nacimiento ni muerte. 180

CAPÍTULO 6: LA RESPUESTA VITALISTA DE LEIBNIZ: UNA ONTOLOGÍA UNIFICADA..... 183

6.1.- Introducción. 183
6.2.- "Todo está lleno de vida". 184

CONCLUSIONES.....193

ÍNDICE TEMÁTICO.....213

BIBLIOGRAFÍA.....219

I. Obras de Leibniz.....219
II. Literatura complementaria sobre Leibniz.....223
III. Literatura complementaria sobre la Biología de los ss. XVI-XVIII..... 227

ÍNDICE GENERAL.....231

INTRODUCCIÓN

> *"Si me pides dividir una porción de masa en las sustancias de que está compuesta, te respondo: en ella hay tantas sustancias individuales cuantos animales o cosas vivientes o cosas análogas a éstas. Y, así, yo la divido de la misma manera que se divide un rebaño o un estanque de peces[...]Si me preguntas cómo proceder para llegar a tener algo que es una sustancia y no una colección de sustancias, te respondo: hasta que una cosa sin subdivisión quede tal que sea un animal"* (G.M., III, p. 542).

Presentación y objetivos de la investigación

El presente trabajo tiene como objetivo fundamental abordar el estudio de la influencia de las ciencias biológicas, como saber de referencia en los siglos XVII-XVIII, en la metafísica leibniziana. Se pretende con esta investigación exponer la influencia de las CC. Biológicas en la filosofía de G. W. Leibniz (1646-1716), y en concreto, en su pensamiento metafísico. La hipótesis de trabajo es que la experiencia fundamental de Leibniz es que la vida invade todo lo real hasta sus últimos rincones, y que esto tiene una influencia decisiva en su ontología. Esta influencia se vehicula, según nuestra hipótesis de partida, a través del conocimiento de la biología de su momento, y de la discusión crítica e incorporación de los nuevos descubrimientos al conjunto de su pensamiento, y en particular de su concepción monadológica de la realidad. Por eso es fundamental analizar el papel que desempeñó la biología en los siglos XVII y XVIII, porque de no proceder así será imposible comprender una parte muy importante del pensamiento de G. W. Leibniz. La Teoría de la racionalidad de Leibniz está elaborada bajo la influencia de sus conocimientos de la biología, conforme el modelo de *organismo vivo*.

Para contestar a esta cuestión y una vez establecido el objetivo principal y la hipótesis de trabajo, hay que abordar dos objetivos subordinados: Primero, delimitar siquiera someramente cuáles eran los conocimientos que Leibniz tenía de biología. Para ello hemos establecido los siguientes objetivos específicos: - Estudiar el desarrollo de las ciencias biológicas en los siglos XVI-XVIII; - Determinar los conocimientos de G.

W. Leibniz en biología; - Analizar la incorporación del saber biológico en la filosofía leibniziana. Segundo, analizar cuidadosamente algunas nociones fundamentales de la Metafísica leibniziana y justificar si es el caso, su procedencia de la ciencia biológica y su transformación filosófica. Aquí como objetivos específicos hemos planteado los siguientes: - Analizar el influjo de las ciencias de la vida en el pensamiento metafísico de G. W. Leibniz; y dentro de este objetivo dos subobjetivos: - Análisis de las categorías fundamentales de la Metafísica leibniziana influida por las ciencias biológicas; y - Análisis de las consecuencias metafísicas que se derivan de la influencia del saber biológico.

Esta tarea entraña delimitar la situación de la biología en los siglos XVI-XVIII, diferentes conceptos y descripciones biológicas de la época, los conocimientos biológicos de Leibniz, así como la noción de *substancia* como acción en el marco de su ontología y el concepto de *mónada*. Esto conlleva, a su vez, la necesidad de delimitar el marco dentro del cual han de comprenderse los términos de G. W. Leibniz (la influencia de la biología en su pensamiento metafísico); y de una amplia exposición que abarque los elementos necesarios para discernir las nociones que se abordan (caps. 4 y 5). Con base en estos precedentes, se ha redactado un capítulo final a modo de epílogo (cap. 6) y unas consideraciones finales a modo de conclusiones. Al final recogemos una extensa bibliografía seleccionada, además de un índice de términos leibnizianos.

El intento de determinar la influencia de las ciencias biológicas en el pensamiento metafísico leibniziano ha de incluir nociones clásicas de G. W. Leibniz. Así son la noción de *vis viva*, y dentro de ésta, cómo se conserva la misma fuerza motriz o la *vis elastica* y *vis interna*. Otra noción clave es la de *appetitus*, y junto a ésta conviene tratar de la noción de *conatus* e *impetus*. La tercera noción importante es la de *espejo viviente*; habría que considerar la noción de *cuerpo orgánico* y la noción de *animal orgánico*. Igualmente se ha de abordar el problema de la *substancia* como *acción*, en cuanto una *ontología unificada* (el fundamento substancial de la organicidad basado en las mónadas y el *vinculum substantiale*). Todas estas nociones clásicas se han analizado y reflejado tanto en el cuerpo del trabajo como en la exposición final de los resultados.

G. W. Leibniz, promotor del mecanicismo de los modernos contra Stahl, va a tender a inscribir o a reinscribir el análisis del organismo vivo bajo las exigencias generales de una ciencia de los fenómenos bien fundados. Ciertamente, el filósofo de Hannover define la especificidad de un concepto de *organismo* que desarrolla en

paralelo al de Stahl (1660-1734). Así el organismo supone siempre un cuerpo complejo que representa estructuras y dispositivos funcionales integrados. Pero el cuerpo, verdadera *máquina de la naturaleza* de invención divina sobrepasando infinitamente en astucia las máquinas de fabricación humana, se sitúa bajo la dependencia sustancial de un alma dotada de funciones específicas que responde a las operaciones mecánicas complejas representadas en y por el cuerpo propio. Es decir, que no podría haber formalmente un organismo sin *entelequia*, entelequia que toma la forma de una mónada hegemónica en las versiones últimas de la doctrina.

De todas las filosofías de la época clásica, Leibniz es probablemente el que mayor relevancia concede al hecho de la vida, y a su función en el pensamiento, al que aporta una estructura y dinamismo propio. Sus análisis son epistemológicamente muy penetrantes, tratando de la experiencia vital. Constantemente Leibniz está traduciendo la acción vital en sus escritos, de modo que es un tópico entre los intérpretes de la metafísica leibniziana destacar que conceptos tomados del registro psicobiológico sirven para ilustrar las propiedades esenciales de la sustancia. Basta en efecto con considerar conceptos fundamentales como los de *entelequia*, *principio de vida, mónada*, o con destacar las propuestas leibnizianas sobre lo orgánico extendido por todo el universo. Leibniz habla de las máquinas de la naturaleza, ilustradas por los animales y las plantas, máquinas proyectadas al infinito sobre la multitud de lo vivo insignificante en la materia amorfa e inorgánica. Incluso la física leibniziana parece justificar en sus bases el paso de categorías y principios a connotaciones "vitalistas" en sentido amplio. Esta física es regida por principios arquitectónicos y reguladores: principio de finalidad, principio de la identidad de los indiscernibles, principio de continuidad. Sostiene esta física que todos los fenómenos mecánicos implican la conservación de *fuerza viva*: a través de las características geométricas de los cuerpos, la fuerza que se ejerce representaría un elemento "formal", fuente de acción sobre sí y condición de la armonía que prevalece en la ayuda y la interacción aparente de los móviles materiales. ¿Pero, detrás de los conceptos metafísicos y los principios metodológicos de la ciencia, qué concepción de lo *vivo* se encuentra en Leibniz? La cuestión es tanto más estratégica cuanto que, por lo que respecta al método, Leibniz, promotor de la *ciencia general* y la enciclopedia, se propone determinar las fórmulas analíticas y sintéticas del arte de inventar (*ars inveniendi*) hasta en el ámbito de los conocimientos de experiencia y práctica. Está, en resumen, en posición de evaluar la obra de sus precursores y sus contemporáneos desde el punto de vista de un programa general de investigación que

debe definirse y desarrollarse. Y ciertamente, diversamente modificados e interpretados, algunos diseños de análisis leibnizianos aplicados a lo vivo van a conocer una considerable fortuna, tanto en la ciencia como en la filosofía, del siglo de las Luces a nuestros días.

La investigación se divide en dos partes bien diferenciadas con tres capítulos cada una de ellas. En una primera fase de análisis, abordaremos la situación de la ciencia en los siglos XVI-XVIII, la revolución científica y naturalmente la contribución de la Biología de los siglos XVI y XVII al pensamiento metafísico leibniziano. Nos ocuparemos del renacimiento científico del siglo XVI (Cap. 1), de los nuevos sistemas de filosofía de la ciencia en los siglos XVII-XVIII, del legado newtoniano y su discusión con la filosofía de Leibniz (Cap. 2). En el Cap. 3 abordaremos las innovaciones biológicas y la fisiología de los siglos XVI y XVII, con especial relevancia, la figura de W. Harvey.

Luego consideraremos la posición metodológica leibniziana relativa al mecanismo en el análisis de lo vivo[1]. Nos interesaremos en la segunda fase de análisis por el concepto de *organismo* vivo que G. W. Leibniz inventa en los primeros años del siglo XVIII y que se opone al que Stahl desarrolla por su parte en el marco de una fisiología y de una patología antimecánica. La problemática leibniziana implica entonces reconsiderar la relación orgánica alma-cuerpo e identificar el fundamento de las propiedades propiamente vitales del organismo (Cap. 4). En el Cap. 5 analizaremos las principales nociones de procedencia biológica en el pensamiento metafísico de Leibniz. Así, abordaremos el concepto de *substancia* y la noción de "substancia orgánica"; el concepto de "mónada"; la noción de "vis viva" y sus variantes de "vis elástica" y "vis interna"; la noción de "appetitus" y "conatus"; y la noción de "espejo viviente", en tanto que "cuerpo orgánico" y "animal orgánico". En el Cap. 6, y a modo de epílogo, se enuncia la respuesta vitalista de Leibniz bajo una ontología unificada. Por último, aparece un apartado de conclusiones y una selección bibliográfica, junto con un índice de términos leibnizianos.

El tipo de análisis escogido tienes sus propias exigencias de método. Requiere, en primer lugar, una búsqueda exhaustiva de los lugares donde la influencia biológica es relevante en el

[1] Estas primeras secciones toman apoyo sobre algunos elementos originalmente presentados en F. Duchesneau, *La physiologie des Lumières. Empirisme, modèles et théories,* La Haya, M. Nijhoff, 1982, 65-75.

pensamiento metafísico de Leibniz. Este primer paso presenta dificultades casi insalvables en el caso de la obra del filósofo de Hannover, puesto que las ediciones parciales son profusas, y entre ellas no hay acuerdo ni tan siquiera en el texto definitivo de los diferentes opúsculos. En este sentido la Edición de la Academia de Berlín (AA.) ofrece una seguridad que en general no puede obtenerse de las restantes ediciones. Asimismo ofrece una importante ayuda los índices automatizados que existen de algunos de los volúmenes de la Edición de la Academia de Berlín, como los de la "Vorausedition", no publicados, pero consultables en el "Leibniz-Forschungsstelle" de Münster. En esta misma línea, resulta de gran utilidad el índice automatizado que comprende la serie de escritos filosóficos de la edición de Gerhardt. Sin embargo, todo ello cubre solamente una parte de los escritos filosóficos de Leibniz publicados hasta el momento. A esta dificultad hay que agregar un límite que por ahora se presenta insalvable. No toda la obra de Leibniz está publicada. De gran ayuda fue para esta investigación pre-doctoral mi estancia en el *Leibniz-Archiv* de Hannover, donde fue posible consultar los manuscritos originales y más documentación del filósofo alemán.

Tras este primer paso, en parte de carácter metodológico, ha sido precisa una selección y clasificación de la ingente diversidad encontrada, primera gran sorpresa que proporcionó la investigación. Para ello se han aplicado los criterios expuestos anteriormente. Y finalmente se procedió a la parte más estrictamente filosófica, el planteamiento de la hipótesis de que la experiencia fundamental de Leibniz es que la vida invade todo lo real hasta sus últimos rincones, y que esto tiene una influencia decisiva en su ontología de la experiencia vital en Leibniz, y la comprobación de hasta qué punto el material reunido y clasificado responde realmente a tal hipótesis; ello conlleva el establecimiento de características propias de cada noción, la comparación de los usos y contextos en los que aparece cada una de las nociones *presuntamente* biológicas, y por último determinar la influencia de la biología en su metafísica, de tal modo que se conforme una ontología unificada, repleta de organismos vivos y donde *todo está vivo* según Leibniz.

PRIMERA PARTE:

LA SITUACIÓN DE LA FILOSOFÍA NATURAL EN LOS SIGLOS XVI-XVIII

CAPÍTULO 1

EL RENACIMIENTO CIENTÍFICO DEL SIGLO XVI

"Tout ce que nous venons de dire s'accorde aussi parfaitement avec les maximes des Philosophes, qui enseignent qu'une cause ne sauroit agir, sans avoir une disposition à l'action ; et c'est cette disposition qui contient une predétermination, soit que l'agent l'ait reçue de dehors, ou qu'il l'ait eue en vertu de sa propre constitution anterieure. »[2]

1.1. **Introducción.**

A comienzos del siglo XVII Bacon denunció de forma elocuente las "bellas meditaciones, especulaciones e invenciones del género humano" que hasta el momento habían pasado por filosofía natural y las tachó de "falsas...inútiles para hacer descubrimientos de valor práctico", y la lógica en que se basaba la calificó de "inútil para el descubrimiento de las ciencias"[3]. Con todo, está claro que la misma lógica, procedente de los *Analíticos posteriores* de Aristóteles, y la misma filosofía de la naturaleza habían satisfecho a muchos pensadores brillantes; es evidente que la diferencia entre los hombres que enseñaban el sistema del mundo aristotélico y los hombres que más adelante lo rechazaron no era sencillamente una diferencia de tipo intelectual. Solamente cuando cambiaron los criterios sobre lo que aportaba una explicación científica adecuada, y cuando se hicieron nuevas exigencias de aplicación práctica de las fuerzas ocultas de la naturaleza, pudo cobrar forma un escepticismo efectivo sobre la validez de la filosofía anterior y de sus bases intelectuales. Cuando eso sucedió, la fuerza interna de la ciencia medieval y el grado de su consistencia por medio

[2] *Teod.,* art. 46, G.P., VI, p. 128.
[3] *Novum organum,* libro I, pp. 10-11.

de la cual una parte reforzaba a otra cobraron importancia al fortalecer su resistencia a las críticas.

La ciencia medieval no era de gran proyección en su extensión real ni especialmente exacta al explicar los hechos que sí abarcaba. Hasta las autoridades de pensamiento más empírico podían ser bastante inexactas curiosamente; el más grande de los teóricos de la óptica medieval (tras el árabe Ibn al-Haytam), Teodorico de Friburgo, expone de forma incorrecta el radio del arco iris primario, mientras que Pedro de Maricourt (1269), quien le precedió unos cincuenta años en el campo del magnetismo, da como hecho verificado la revolución de una piedra imán circular en armonía con los cielos[4]. En el campo astronómico, la otra rama de la ciencia donde la exactitud de las medidas siempre se había reconocido como un deseo, el Occidente latino virtualmente no había comenzado a este nivel práctico; en efecto, no había hecho nada que pudiera compararse con lo que se hacía en Oriente. De este modo, en el imperio de los datos, habría resultado muy fácil encontrarles defectos a la filosofía y la medicina del Medievo, si la exactitud de los datos hubiera tenido un papel prominente en su descenso final. Las teorías, en cambio, estaban articuladas con mucha más solidez y fuertemente engarzadas. El paso del concepto de los elementos (tierra, aire, agua y fuego) a las cualidades (cálido, húmedo,...) en física, y así a los humores (sangre, flema,...) y después, en la ciencia médica, a los diferentes temperamentos (vehemente, flemático,...) es un ejemplo obvio aunque básico: *de facto*, si bien Galeno no era de modo alguno el dócil esclavo de Aristóteles en las cuestiones profesionales (Galeno, por ejemplo, negaba que el corazón fuera el foco de las sensaciones), sí le seguía en la mayor parte de las cuestiones de filosofía general y *Weltbild*.[5] De manera semejante, Aristóteles había hecho de la física y la cosmología una unidad coherente que la astronomía matemática, como hemos señalado, no había podido criticar gnoseológicamente por cuenta propia. La visión del Medievo del mundo, aunque en la mayor parte de los aspectos nos parezca extraña y contraria a la realidad, tenía una especie de solidaridad monolítica: no era fácil hacer mutaciones graduales en ella. Tenía que ser creíble en suma; incluso, sirva como ejemplo, poner en duda la doctrina convencional sobre la sangría o flebotomía podía suponer tremendas repercusiones cosmológicas. Dicho de otra forma, aquel osado argumento conservador: "éste es el

[4] CROMBIE, A.C.: *Robert Grosseteste and the origins of experiment al science,* Clarendon Press, Oxford, 1953, pp. 210, 252.
[5] RUPERT HALL, A.: *La revolución científica (1500-1750)*, Barcelona, Ed. Crítica, 1985, p.68. Con este vocablo se refiere a las diferentes concepciones del mundo (*Weltbild,* en alemán).

primer paso hacia el desastre...” poseía una vigorosidad devastadora y la inserción *ad hoc* de una explicación novedosa en el lugar de otra vieja (como en el caso de la teoría copernicana de la gravedad) resultaba sumamente arriesgada e ineficaz. Sin embargo, era mucho más fácil aceptar las mejoras técnicas de tipo aparentemente no filosófico.

El siglo anterior a Leibniz (siglo XVI) manifiesta de dos modos contrastados estas facetas de la revolución científica. Mediado el siglo XVI (1543) se publicaron dos libros que se han convertido en clásicos de la historia de la ciencia: 1. *De humani corporis fabrica*, de Vesalio (1514-1564), y 2. *De revolutionibus orbium coelestium*, de Copérnico (1473-1543). No eran textos modernos por su contenido y leídos hoy no resultarían fáciles entenderlos, ni siquiera traducidos a su idioma, puesto que Vesalio no pudo superar las acotaciones de la fisiología galénica de la misma forma que Copérnico no logró apartarse del sistema artificial de los círculos perfectos, mas ambos inspiraron una serie de actividades que conducirían a la promulgación de conceptos muy diferentes en el plazo de dos generaciones. Ambos libros y sus autores, por muy similar que fuera su repercusión general en el movimiento científico, son del todo desemejantes. *Sobre la arquitectura del cuerpo humano* es principalmente emblemática como obra descriptiva, las disecciones de un gran anatomista expresadas por las nuevas habilidades de los dibujantes y los que hacían las piezas de madera para los grabados; las ilustraciones no tienen nada de naturalistas en el sentido general del vocablo -¿quién ha visto alguna vez un esqueleto moralizando sobre una tumba con un paisaje paduano al fondo?-, mas como representación de estructuras y sus disposiciones en el espacio constituyen el primer gran paso hacia el “realismo fotográfico” en la ciencia, paso que, por cierto, los herbolarios estaban dando al mismo tiempo en sus libros. *Sobre las revoluciones de los orbes celestes*, sin embargo, es un texto filosófico y, sobre todo, de matemáticas técnicas; Copérnico no era un observador, ni siquiera usaba críticamente las observaciones ajenas; tampoco aspiraba a que sus predicciones fueran de una exactitud sin precedentes. Vesalio era muy joven y daba muestras de una asombrosa precocidad, de una rapidez fantástica al trabajar, ya que dio mucho material a la imprenta en los seis años siguientes a su llegada a Padua en 1537; la mayor parte del libro se preparó después de 1540. Copérnico era un hombre que gozaba de una fama considerable aunque había publicado escasas cosas y llevaba casi cuatro décadas acariciando su gran idea. Vesalio era un maestro ambicioso y popular que contribuyó a que la universidad de Padua adquiriera eminencia como centro para la enseñanza de la medicina, mientras que Copérnico era un modesto administrador eclesiástico que tuvo un único discípulo

estrictamente hablando, Georg Joachim Rheticus (1514-1576). Vesalio fundó *un método de descubrimiento* – esencialmente, durante casi doscientos años, toda prueba del funcionamiento de los organismos vivos se basaría en la anatomía-, mientras que Copérnico explotó un maravilloso principio nuevo, el principio según el cual en el sistema de los cielos existe una reciprocidad perfecta entre sistemas heliocéntricos y sistemas geocéntricos. El hecho de que fuera partidario del sistema heliocéntrico inventado por él mismo, sistema en el que la Tierra era un planeta más, no fue determinado de ningún modo por datos obtenidos de la observación; su preferencia se basaba más bien en consideraciones no demostrables (aunque plausibles) de simplicidad, orden y armonía. Como ya hemos indicado, su propia aceptación, nítidamente expuesta, de una cosmología heliocéntrica fue ocultada durante mucho tiempo por el Prefacio de Osiender, de manera que durante la mayor parte de una generación Copérnico pareció ser simplemente el inventor de un modelo matemático elegante pero inmanentemente inverosímil. En el mundo de la *doxa* o la *theoria* Vesalio era mucho más reservado. Había estudiado profundamente a Galeno, una de cuyas obras había editado, y continuaba respetándole como una de las mayores autoridades en el campo de la anatomía humana. Es verdad que sabía (y acostumbraba a repetirlo) que Galeno sólo había disecado monos y otros animales; era capaz de discrepar de él e insultarle (porque el origen de la gran vena central del cuerpo, la *vena cava*, prefería localizarlo en el corazón en lugar de en el hígado, como hacía Galeno);[6] también insistía una y otra vez en que Galeno había sido engañado, con todo, a pesar de ello, llevó la comprensión de las funciones corporales poco más allá del punto donde la había dejado Galeno. Fue Vesalio el que llamó la atención sobre la ausencia de poros en el séptum intraventricular del corazón, a través de los cuales la sangre podría pasar del sistema venoso al arterial, pero le tocó a su sucesor, Realdo Colombo (1510-1559), proponer una nueva ruta para el paso de la sangre por vía de los pulmones. Ni teórico ni pensador, Vesalio, con su excelente libro, mejoró ingentemente el alcance y la precisión del conocimiento relativo a la estructura del cuerpo humano, que probablemente él había estudiado de modo más detenido y frecuente que cualquier otro hombre en la historia, y éste sería un pilar fundamental para la fisiología racional a partir del descubrimiento por W. Harvey de la circulación de la sangre (1628); entonces, y sólo entonces, aparecieron problemas formales entre las ideas médicas antiguas y modernas. Mas, cabe señalar que

[6] *De Fabrica,* libro III, cap. 6.

los inicios de la revolución científica pueden localizarse tan acertadamente en el *De fabrica*, y en la serie de anatomías ilustradas de la que fue el primer y más notable ejemplo, como en el *De revolutionibus* de Copérnico. Como muestras de innovación, los dos libros se complementan mutuamente.

1.2. **La tradición galénica.**

No es fácil exagerar la vigorosidad y la longevidad de la tradición galénica. Cuando las señoras de la época de Miss Auden padecían un tifus exantemático, cuando los cirujanos de dos generaciones después hablaban de "pus laudable", las ideas de Galeno seguían muy activas. En el período 1559-1560 el Colegio de Médicos de Londres pudo ordenar que se sometiera a "juicio" a un médico de Oxford, J. Geynes, por asegurar públicamente que Galeno se había equivocado en varios sentidos, y obligarle a someterse. No obstante, J. Caius, el presidente del colegio y segundo padre del *college* de Cambridge que lleva su nombre, fue un gran humanista y el primer británico que escribió una monografía sobre una enfermedad concreta (la enfermedad del sudor, identificada en ocasiones con la gripe). Además fue autor del primer libro sobre los perros ingleses. Es agradable dejar constancia de que el doctor Geynes, después de haberse reconciliado con sus colegas, llegó a ser funcionario del Colegio de Médicos y el primero de sus integrantes que falleció en servicio activo en el extranjero, en El Havre (año 1563).[7] Es mucho más probable que las supuestas equivocaciones que, conforme Geynes, cometió Galeno tuvieran que ver más con el tipo filosófico de medicina que con su base científica en la anatomía: cuando incluso a los médicos se les educaba como lógicos –y un licenciado en filosofía y letras tenía derecho a ejercer– más que como observadores, les resultaba sumamente más fácil detectar errores filosóficos que anatómicos o fisiológicos. La admiración por Galeno era tan extravagante que los primeros anatomistas, cuando no se ajustaban a las descripciones galénicas, tendían a atribuirlo más a su propia falta de habilidad que a la de Galeno. Esto hace pensar en los pensadores aristotélicos posteriores que atribuyeron los descubrimientos de Galileo con el telescopio a defectos de sus ojos o de sus instrumentos. Solamente tardíamente y con titubeos reconoció Vesalio la simple verdad de que la formación de vasos sanguíneos

[7] CLARK, Sir George: *History of the Royal College of Physicians of London,* Clarendon Press, Oxford, 1964, pp. 1, 109-110.

debajo del cerebro, llamada *rete mirabile*, encontrada apropiadamente por Galeno en la cabeza del animal, no sucede en el hombre:

*Grandes cosas, que a veces superan la razón, atribuyen a Galeno (que era con mucho el principal de los maestros de disección) los médicos y anatomistas que han seguido sus pasos, y (fuertemente) se afirma ese bendito y maravilloso plexo reticular (*rete mirabile*) que él introduce en alguna parte de sus libros, del que también hablan sin parar y a menudo los médicos, pues, aunque, no lo hayan visto (ya que es casi inexistente en el cuerpo humano), lo describen con la autoridad de Galeno. De hecho, por no decir nada de los demás, difícilmente podría maravillarme más mi propia estupidez y respeto excesivo por los escritos de Galeno y otros anatomistas, porque yo mismo cultivaba tanto mi respeto por Galeno que nunca intenté mostrar la cabeza humana en las disecciones públicas sin la de un cordero o un buey, con el fin de suplir con la cabeza del cordero la falta de lo que era del todo imposible de descubrir en el hombre, e imponerme así al auditorio en vez de decir que no podía encontrar ese plexo tan conocido de nombre por todo el mundo. Pues nada de ese plexo reticular del que habla Galeno lo forman las arterias carótidas (en el hombre).*[8]

También aquí cabe observar el contraste general entre los aspectos biológicos y físicos de la revolución científica. Mientras los físicos parecen depender mucho, y desde el principio, de las mutaciones de perspectiva metafísica (ya que ésta es la base del copernicanismo, por no decir de la obra de Kepler y Galileo), los aspectos biológicos raramente parecen alzarse muy por encima del nivel fenomenológico y, en sus más altos vuelos teóricos, como en el caso de W. Harvey, extenderse únicamente para abarcar sistemas limitados. No hay ninguna señal de cambio metafísico en los principios de la biología, con la excepción del mecanicismo cartesiano. Con todo, no puede decirse que todos los naturalistas o médicos posteriores a Descartes fueran mecanicistas, y muchos de los que sí lo eran empleaban el mecanicismo en relación con organismos vivos solamente de manera instrumental, haciendo caso omiso o refutando sus consecuencias metafísicas como, *de facto*, hiciera el propio Descartes en relación con el hombre. Porque si (con Descartes) consideramos que el cuerpo humano es mecánico, pero que el hombre no es una máquina, no hay ninguna razón no solipsista para no extender el

[8] *De Fabrica,* libro VII, cap. 12; cf. SINGER, C. Y RABIN, C.: *A prelude to modern science,* Cambridge U.P., Cambridge, 1946, pp. 43-44.

mismo razonamiento a los animales, que evidentemente tienen sentidos, los sentidos del placer y el dolor, y quizá alguna facultad de raciocinio, igual que el hombre. Así que, después de todo, el mecanicismo biológico de Descartes se convirtió (salvo unos pocos filósofos del siglo XVIII, incluido el propio Leibniz) más en una transformación universal de la explicación sistémica que en un cambio metafísico.

Volviendo al renacimiento de la anatomía a fines del siglo XV, vemos que se le vincula con el texto impreso y con la utilidad de las ilustraciones realizadas con grabados en madera, además de con el renovado vigor de la medicina como estudio académico profesional (su único rival era el derecho). La ciencia médica va a tener gran calado para Leibniz. La primera mitad del siglo XVI muestra un grupo notable de competentes anatomistas prácticos en ejercicio, italianos la mayor parte de ellos: Berengario da Carpi, Johannes Dryander, Nicolás Massa, Charles Estienne, Giovanbattista Canano, a más de Vesalio, que era uno de los más jóvenes. Todos ellos excepto Massa (1536) empleaban la nueva técnica de las figuras impresas. Fiel al espíritu de la publicación humanista de textos clásicos de medicina (el más famoso de los nuevos descubrimientos fue, en 1426, el de *De medicina octo libri*, escrito por Celso en el siglo I d.C., e impreso por primera vez en Florencia en 1478), Johannes Günther, que enseñaba en París y tenía a Vesalio como alumno, publicó en 1531 la primera traducción latina del principal libro de texto sobre la disección que escribiese Galeno, su *Sobre los procedimientos anatómicos* (o, con más exactitud, la porción de este texto que se había conservado en griego): el propio Vesalio editaría más tarde esta importante obra y dos estudios menos representativos sobre la disección, también de Galeno, en la edición de Giunta de las obras del gran médico de la antigüedad (1541). En Gran Bretaña Thomas Linacre, fundador del Colegio de Médicos (1518), traducía enérgicamente el griego de Galeno al latín, incluyendo entre los libros traducidos la principal obra de Galeno sobre los principios de la "fisiología", *Sobre las facultades naturales* (1523).[9] Las traducciones de Linacre solían reimprimirse en la Europa continental y Erasmo le hizo un gran favor al decir que Linacre había hecho a Galeno "tan elocuente e informativo (en latín) que incluso en su propia lengua podía parecer que no lo era tanto". Se prestó una atención especial a la nomenclatura exacta, pues la tradición árabe-latina del Medioevo se había hecho muy confusa (se empleaban dos nombres para la misma estructura, o un nombre para dos estructuras), de manera que en

[9] MADDISON, F., PELLING, M. y WEBSTER, C. (Eds.): *Essays on the life and work of Thomas Linacre,* Oxford U.P., Oxford, 1977.

este período se introdujo gran parte de la terminología de base griega de la anatomía pura. No obstante, hay que diferenciar, como es lógico, entre los que eran principalmente eruditos en este terreno (como Linacre, Günther y Massa) y los que estaban haciendo verdaderos descubrimientos en la disección, como Berengario, Canano (el primero en descubrir las válvulas del sistema vascular) y especialmente Vesalio. La erudición sola no bastaba para que se corrigieran los errores de las observaciones de Galeno. En algunos sentidos (como hemos reflejado en el caso del doctor Caius) una erudición griega más exacta podía resaltar en vez de debilitar la tendencia a idolatrar a los maestros antiguos, al dogmatismo.

1.3. **El movimiento naturalista en el arte.**

Otra importante fuente de inspiración, además de medio de comunicación, surgió del movimiento naturalista en el arte que también produjo los rinocerontes de A. Durero y las ilustraciones de H. Weiditz para *Imágenes vivas de las plantas* (Herbarum vivae eicones, 1530), de Otto Brunfeld. Los escultures y pintores italianos ya estudiaban la anatomía superficial del cuerpo humano, en busca de realismo gráfico, antes de que concluyera el siglo XV (los bosquejos que se conservan de Miguel Ángel y Rafael, por ejemplo, hacen pensar que de vez en cuando practicaban la disección a hurtadillas). Leonardo da Vinci (1452-1519) fue mucho más lejos en el mismo sentido y al fallecer dejó gran cantidad de dibujos anatómicos, que iban de apuntes que parecían tomados del miembro disecado a dibujos difíciles que solían reflejar ideas tradicionales mas erróneas del contenido del cuerpo. La valoración adecuada de estas hojas necesita de ojos expertos, pues, contrariamente a la ingenua suposición de que los artistas como Leonardo solamente dibujan con el lápiz lo que ven con los ojos, los dibujos anatómicos de Leonardo parecen completamente "naturales" y realistas incluso cuando muestran formas que son imposibles, como sucede en su popular dibujo del útero. A decir verdad, sean o no correctas (y de vez en cuando Leonardo daba muestras de aguda observación), estas figuras constituyen el primer intento de "fotografiar" estructuras disecadas, y también de hacer un estudio comparado de las formas –sobre todo del esqueleto– de especies distintas. Comenzadas a principios de la década de 1490, preceden a las figuras similares de Vesalio en medio siglo y son de calidad enormemente superior a todos los restantes dibujos anteriores a Vesalio. Probablemente Leonardo comenzó con un impulso artístico, pero, si fue así (como en todas sus demás investigaciones) la

curiosidad filosófica se adueñó de él, como verifican tanto el hecho de que adquiriera familiaridad académica con la anatomía –la anatomía galénica de los libros, en especial la edición italiana de Mondino (1493)– como sus propias notas y comentarios en los bocetos, que a veces son muy complejas y revelan que investigaba con gran atención el funcionamiento de las cuatro válvulas del corazón; Leonardo fue el primero en declarar (en oposición a Galeno) que "el corazón es un músculo principal con respecto a la fuerza". Quería saber cómo funciona el cuerpo, tratando de aplicar principios hidráulicos al movimiento de los alimentos en el intestino y de la orina en sus vasos. Hasta llevó a cabo experimentos con animales, incluyendo cerdos y ranas. Mas no todos sus dibujos proceden de la vida real: algunos representan su visión imaginaria de lo que hallaba en los textos (el *Timeo* de Platón entre ellos), o un símil analítico entre especies diferentes, mientras que otros son modelos mecánicos del funcionamiento del cuerpo tal como él lo ve.[10]

Es natural, por supuesto, que la preocupación artística por sí sola no hubiera podido dar origen a la anatomía científica, pero también lo es que Leonardo avanzó hacia una reforma del conocimiento anatómico (en la medida en que se lo permitieron las lecturas limitadas y el escaso material disponible para la disección humana). Leonardo hablaba de *Anatome naturale*, que Vesalio intenta también en la *Fabrica* hasta rozar la parodia. El naturalismo era el estilo del día, para el estudiante de la naturaleza tanto como para el artista; ambos utilizaban las mismas técnicas de dibujo y de reproducción de la imagen, ambos seguían los mismos convencionalismos estéticos. De hecho, tanto en Leonardo como en Vesalio las ilustraciones son a veces más exactas y menos tradicionales que las palabras.

1.4.- **Vesalio y la *Fabrica*.**

A Vesalio la *Fabrica* (libro voluminoso, donde se ve la cooperación estrecha, ferviente, entre el anatomista y el impresor, Johannes Oporinus de Basilea) lo colocó entre la docena de obras maestras de la bibliografía científica. Ningún otro anatomista del momento produjo un libro de relevancia siquiera comparable (la *Anatomia* de Berengario, por ejemplo, no es comparable de ninguna manera); esto contribuyó a su

[10] Véase KEELE, Keneth D.: "Leonardo's anatomia naturale", en *Yale Journal of Biology and Medicine,* 1978 (reimpr.). También en O'MALLEY, C. D. (ed.): *Leonardo's legacy*, University of California Press, Berkeley y Los Ángeles, 1969.

éxito, mas los dibujos anatómicos grabados en cobre de Bartolomé Eustachio (c. 1505-1574), coetáneo de Vesalio, fueron igualmente plagiados en otros textos hasta fines del siglo de las Luces. La historia de estos grabados es curiosa: preparados en 1552, el propio Eustachio imprimió ocho ilustraciones pequeñas en 1564, después los treinta y nueve restantes permanecieron extraviados durante ciento cincuenta años hasta que fueron redescubiertos, adquiridos por un papa (Clemente XI) e impresos en 1714. Son de la máxima calidad, en especial la ilustración del sistema nervioso simpático "generalmente considerada una de las mejores jamás producidas". En cierto aspecto, se puede decir que no había nada único en Vesalio y en la magnificencia de la *Fabrica* (obra que molestó a Eustachio por su hostilidad hacia Galeno); de haberse invertido el destino histórico de las figuras de Vesalio y Eustachio, seguramente la historia no habría sido muy diferente, pese a que Eustachio no escribió ni una sola palabra para acompañar a sus figuras; hasta es probable que la anatomía hubiese progresado con mayor celeridad aún. Eustachio era un hombre de gran experiencia y maduro cuando inició su principal tarea de ilustración; Vesalio –si fechamos su principio cuando se estableció en Padua en 1537– solamente contaba con veintitrés años. Difícilmente podía aseverar que escribía con conocimiento maduro, puesto que, si bien había estudiado medicina tanto en Lovaina como en París, su experiencia de la disección debía de ser muy ajustada. Allí se había preparado en el galenismo humanístico más que en un espíritu crítico independiente. Las primeras publicaciones sobresalientes de Vesalio fueron una revisión de las *Instituciones anatómicas según Galeno*, de Guinter, y sus propias *Seis tablas*, ambas en 1538. La primera no requiere comentario; las *Seis tablas* –seis hojas de dibujos anatómicos con notas explicativas– son explicaciones galénicas de anatomía humana que integran muchas cosas imaginarias o de génesis literaria más que obtenido en la mesa de disección. Las ilustraciones contienen muchas equivocaciones y los expertos en Vesalio están de acuerdo en que no pueden compararse con las de la *Fabrica*. (En ocasiones, los expertos tienden a hacer responsable de la precariedad de las *Seis tablas* al artista que las dibujó, el flamenco, Jan Stephen van Calcar, a quien, en cambio, Vesalio dedicó grandes elogios, y argumentan que el mismo autor no pudo haber dibujado las figuras de la *Fabrica*). Se sabe que al establecerse en Padua y, sobre todo, al comenzar su gran tarea a partir de 1539, Vesalio tuvo acceso a abundante materia prima, la suficiente para prescindir del viejo estereotipo de comenzar por las partes internas y blandas (estereotipo que Eustachio aún continuaba). Resulta razonable suponer que la reputación de la *Fabrica* y la ascendiente confianza con que discrepaba

de Galeno las debía Vesalio a esta ingente cantidad de material; no obstante, autores contemporáneos como Ch. Singer opinan que "Unos cuantos comentarios suyos revelan un disector activo con menos experiencia que sus contemporáneos Berengario da Carpi, [Nicolás] Massa y Charles Estienne".[11] Dado que Vesalio abandonó la investigación y la enseñanza por el puesto de médico imperial al poco de finalizar la *Fabrica*, sus principales años de actividad fueron realmente pocos.

Ahora bien, mientras que los inicios de la ciencia experimental fueron penosos y titubeantes, las ciencias biológicas de la anatomía y la botánica ofertaban un campo extenso para el desarrollo de habilidades de observación dentro de un contexto académico relativamente tradicional y aquiescente. Vesalio y Eustachio llegaron a ser médicos de primera categoría. Estas ciencias ayudadas por el naturalismo, estimuladas por la imprenta, la observación y la anotación evolucionaron sin problemas partiendo del estudio textual. Fuera de esto no había ningún poderoso empuje metodológico; sucedió más bien que el esfuerzo por imitar la práctica de Galeno condujo al abandono de los preceptos galénicos.

Aunque Vesalio y sus coetáneos revolucionaron el conocimiento del cuerpo humano –la medida en que esto fue un avance individual o colectivo es poco significativa a largo plazo–, hay que reconocer que fue una revolución conservadora, ya que no se atrevió a ir más allá del testimonio de los ojos para entrar en el solar, más extenso, de las teorías: los revolucionarios se engrandecían defendiendo sus nuevos descubrimientos y de vez en cuando denunciaban con fervor los errores del pretérito, mas se daban por conformes colocando su nueva exactitud descriptiva sólidamente en un contexto familiar. Según escribió Ch. Singer aludiendo a Vesalio:

Si se dice que a menudo corregía a Galeno, cabe contestar que sigue los errores de Galeno mucho más a menudo...La Fabrica *es, en efecto, Galeno con añadiduras renacentistas sumamente significativas. La más obvia e importante es la soberbia aplicación del método gráfico.*[12]

Con todo, por supuesto, el "método gráfico" –que no fue una invención de Vesalio– no afecta la cuestión de la exactitud de la exégesis descriptiva (y funcional) que se da en el

[11] SINGER, Ch.: *Studies and essays in the history of science and learning offered to George Sarton,* Schuman, Nueva York, 1947, p. 47.
[12] *Ibid.,* p. 81.

texto. Sin duda Singer dice con razón que muchas cosas, incluso en este florecimiento de la anatomía a mediados del XVI –ciertamente en los textos de Vesalio y Estienne, que eran los únicos que aspiraban a una exposición textual íntegra– seguían siendo en gran parte Galeno representado de forma gráfica: por otra parte, en el detalle, en el diseño de una estructura sobre otra comenzaba a surgir un orden de precisión mucho más excelso.

Si a Vesalio se le considera destacado entre los primeros anatomistas, ello no debe ser por favor de sus contemporáneos, que también eran hombres dotados de habilidad y precisión, ya que para ello habría que pasar por alto los descubrimientos de los restantes y los errores de Vesalio. No fue Vesalio el que introdujo en el norte de Italia la tradición del estudio anatómico durante los pocos años que allí estuvo, pues, como hemos visto, la disección ya se practicaba en varias universidades. En cuanto a la aseguración que se hace en ocasiones en el sentido de que Vesalio fue el primer maestro de anatomía que hizo disecciones con sus propias manos ante los estudiantes –la escena idealizada en Padua es conocida gracias a la portada de la *Fabrica*–, se ha dicho que ya en 1528, y en la facultad de medicina humanística de París, "se reconocía la participación de estudiantes y doctores en el proceso de disección". Dado que la anatomía se había convertido en una floreciente rama de los estudios, obligatoriamente cayó en desuso el antiguo método didáctico y literario de exposición, aunque Estienne nos dice que usaba un cirujano para que le auxiliase en la ardua tarea. No obstante, hay que concederle a Vesalio la parte de mérito correspondiente por haber introducido determinado número de innovaciones en la *praxis* y la docencia de la anatomía, innovaciones que ampliaron sus posibilidades de descubrimiento. Y la *Fabrica*, con una riqueza mayor que ningún otro libro de anatomía de la época, trató de integrar el examen visual de la estructura con la comprensión intelectual de la función de una manera todavía más estrecha que el propio Galeno. Vesalio, como Galeno y, *de facto*, al igual que Estienne, comprendió que la anatomía es la base fundamental e ineludible de la filosofía médica; verdad es que él mismo no pudo progresar mucho hacia la perfección de la fisiología –Sherrington arguyó que J. Fernel mostró más discernimiento en este aspecto, lo que es quizá algo injusto tanto para Galeno como para la *Fabrica*–[13], mas llamó la atención sobre los puntos débiles de la exégesis de Galeno que merecieron atención en el futuro. Probablemente, podría creerse que llevó el contenido de la

[13] SHERRINGTON, Sir Charles: *The endeavour of Jean Fernel,* Cambridge U.P., Cambridge, 1946.

descripción anatómica más allá de un punto crítico: en efecto, no hubo ningún retroceso, solamente un incremento constante del profesionalismo. Era una base adecuada, u obra consultiva, que podía emplearse como punto de salida para nuevos descubrimientos. En una ciencia descriptiva como la anatomía, el progreso depende de condiciones *sociales* –que pueda llevarse a cabo la disección humana, que exista un contexto para ella y que la empresa llame a científicos que formen (como en la Italia del s. XVI) una especie de comunidad de investigadores–; también depende de una condición *metodológica*, que realmente pueda hacerse la comparación entre "las cosas tal como las vemos" y las exposiciones (en los libros o las clases) sobre "las cosas que deben verse". No puede haber ninguna ciencia descriptiva de cosas no visibles. Había (y sigue habiendo) muchas dificultades para interpretar o contrastar las aseguraciones de Galeno referentes a las "cosas que deben verse en el cuerpo humano: en parte porque se requiere una experiencia anatómica fundamental previa, en parte porque el lenguaje es oscuro (y en ocasiones el texto está corrompido), en parte porque Galeno disecaba animales en vez de seres humanos y no en menor medida (después de todo) porque el texto renacentista de *Sobre los procedimientos anatómicos*, al ser inconcluso, no se ocupaba de todo el cuerpo. De este modo, pues, había que empezar nuevamente, rescribir la exposición de las "cosas que deben verse", empleando a Galeno (pues no había otra guía) y al cuerpo propiamente dicho. Vesalio comenzó de nuevo, hizo –aunque en esto no fue el único– una nueva exposición de "lo que debía verse". La anatomía galénica (aunque no su fisiología y su medicina) ya podía guardarse. Vesalio hizo que el estudio de *Sobre los procedimientos anatómicos* quedase minimizado a una simple curiosidad por lo antiguo, no porque él fuese más exacto, sino porque (con el texto y las figuras) era mucho más comprensible. Ahora la anatomía podía arrancar de un cimiento apropiado en su exégesis de la realidad, sin necesidad de investigar la filología clásica para descubrir el significado de lo que Galeno redactaba.

1.5. **Copérnico.**

¿Qué sucedió con Copérnico, en este sentido? Fue medieval por parte de Copérnico cimentar su obra eclécticamente en un conjunto de observaciones que se daban por válidas en lo que se refiere a precisión y homogeneidad, muchas de éstas obtenidas del propio Ptolomeo; medieval además fue que aspirara a mejorar la armonía del conocimiento; en la filosofía medieval había sido una tarea inacabable reconciliar la

ciencia pagana con la religión cristiana, comparar con paciencia las autoridades, explicar las contradicciones y discrepancias. El objetivo externo de Copérnico era precisamente una fusión similar, en su caso de las tradiciones matemáticas y filosóficas, y de este modo (tal vez con mucha ingenuidad) edificar una imagen única de la realidad. Ante la incongruencia entre una exégesis filosófica del cosmos que era y probablemente seguiría siendo del todo no cuantitativa y un paradigma matemático que proporcionaba predicciones y era a la vez inimaginable, no conforme con el anterior e incoherente, Copérnico prefirió el modelo matemático como punto de arranque intelectual al mismo tiempo que reconocía puramente su incoherencia:

...en el curso de la exposición por parte de los matemáticos de lo que ellos denominan su sistema nos encontramos con que o bien han omitido algún detalle indispensable o introducido algo extraño y totalmente ajeno a la cuestión. Sin duda esto no habría sucedido si hubieran seguido principios fijos: porque si sus hipótesis no fueran engañosas, todas las inferencias basadas en ellas podrían verificarse con confianza.[14]

Este corto pasaje expone dos argumentos relevantes. En primer lugar, Copérnico rechaza implícitamente la antigua opinión manifestada por Osiander en su hipotético Prefacio al Lector en el sentido de que la incoherencia de los paradigmas matemáticos no tenía importancia, pues no se pretendía que reflejaran la realidad. Que Copérnico dedicara su texto al papa Pablo III solamente tiene sentido si partimos de este rechazo, que a su vez puede tener conexión con el *factum* de que en el siglo XIII los teólogos condenaran el argumento según el cual el cosmos tiene que corresponder necesariamente a los dictados de la *ratio philosophica*, es decir, del aristotelismo.[15] Hay que reconocer que la perspectiva aristotélica del cosmos era la más racional que el hombre podía idear, mas, pese a esto, Dios habría podido hacerla de otra forma, conforme, por ejemplo, con los paradigmas de los matemáticos (de haber sido posible evitar la inconsistencia interna y otros puntos débiles de los mismos). De esta manera, un modelo matemático armonioso, perfeccionado, *podía* –según esta teología– representar tanto el designio divino como una explicación filosófica en superficie más

[14] DOBSON, J. F. Y BRODETSKY, S.: *Nicolaus Copernicus, De Revolutionibus,* prefacio y libro 1, Royal Astronomical Society, Londres, 1947, p. 4.
[15] GRANT, E.: "Late medieval thougth, Copernicus, and the scientific revolution", en *Journal of the History of Ideas,* XXIII (1962), pp. 197-220.

racional y, consiguientemente, tener pretensiones de realismo igualmente potentes. Ni un solo griego hubiera podido seguir similar hilo de pensamiento instrumentalista.

En segundo lugar, Copérnico apunta que lo que está mal son los *principios* y no las herramientas analíticas ni los datos de los astrónomos matemáticos. La técnica de Ptolomeo, basada en su resolución de las órbitas planetarias en multitud de componentes circulares, era sobresaliente: lo que estaba errado era su suposición *filosófica* de que la Tierra es el eje fijo en torno al que gira el universo. Esto tiene que ser una suposición filosófica, ya que matemáticamente, como señala Copérnico,

un aparante cambio de lugar puede nacer del movimiento del objeto o del observador, o, asimismo, del movimiento desigual de los dos (pues no es perceptible movimiento alguno entre lo que se mueve igual y paralelamente...). Si entonces se postula algún movimiento de la Tierra, el mismo se reflejará en los cuerpos externos, que parecerán moverse en sentido opuesto.[16]

Así, entonces, el matemático es libre de elegir su eje y el pensador debe dejarle en libertad de decidir, toda vez que carece de autoridad para decir que Dios no podía hacer un cosmos con un Sol nuclear fijo. Y, una vez el matemático se ajusta a esta libertad y se siente bien contemplando el cosmos de esta nueva forma, descubre que los movimientos relativos consiguientes entrañan una lógica y un orden absolutamente propios:

Si los movimientos del resto de los planetas se relacionan con la circulación de la Tierra y se consideran ajustados al orbe de cada planeta, no sólo se derivan de ello sus fenómenos (conocidos), sino que los órdenes y magnitudes de todos los cuerpos celestes y de los cielos mismos quedan tan unidos unos a otros que nada en ninguna parte de ellos podría moverse de su lugar sin producir una confusión entre todas las otras partes del Universo en conjunto.[17]

Sin duda no puede ser coincidencia que Copérnico, que había vivido en Italia al mismo tiempo que Leonardo da Vinci, emplee aquí una metáfora anatómica verificando la perfección de la morfología montada apropiadamente con la de la astronomía

[16] RUPERT HALL, A: *Op. cit.,* pp. 91-92.
[17] DOBSON, J. F. y BRODETSKY, S.: *Op. cit.,* pp. 5, 10.

geocéntrica, en donde las extremidades y los miembros del cuerpo parecían seleccionados y juntados azarosamente, de modo que constituían un monstruo más que un ser humano, como Copérnico había escrito en la página inmediatamente precedente. Por supuesto, era obvio que considerara que el microcosmos (el ser humano) y el macrocosmos (el universo) eran afines y paralelos el uno al otro.

¿Cómo llegó Copérnico a ser un revolucionario de la ciencia astronómica, papel que le molestaba mucho, puesto que se esforzó tan poco por dar a conocer sus ideas, madurándolas durante más de tres décadas y prefiriendo (como él mismo dice) hablar de cuestiones matemáticas entre matemáticos solamente? En el verano de 1504 se establece en Frauenburgo. Transcurren varios años –muy activos– antes de que se tenga constancia de que adquirió materiales para construir una torre de piedra que emplearía para la observación. Permaneció en contacto con los matemáticos de Cracovia y en 1514 uno de éstos ya tenía un "Pequeño comentario sobre las hipótesis del movimiento celeste" postulado por un autor anónimo; sin duda se trataba de Copérnico, ya que su "Pequeño comentario" (*Commentariolus*) se conserva como la primera exposición breve de sus geniales ideas. Nada induce a creer que este bosquejo de 6 páginas gozara de gran tránsito. Al menos una década más tarde, en 1524, Copérnico escribió para un colega una *Carta contra Werner*[18], en la que criticaba la opinión publicada por Johann Werner de Nuremberg en el sentido de que la octava esfera de los cielos (la que soporta las estrellas fijas) gira con movimiento uniforme. En esto Werner tenía razón en principio, mientras que Copérnico se equivocaba al abogar por la variabilidad o reversibilidad del movimiento de la octava esfera. Ninguno de estos breves trabajos se publicó antes de la Modernidad. Por lo demás, la información que tenemos sobre la reputación de Copérnico como matemático es muy acotada. Rheticus narra –con orgulloso recuerdo de su maestro– que durante la primera estancia de Copérnico en Italia, en el curso de una visita a Roma, dio una conferencia "ante un nutrido auditorio de estudiantes y multitud de grandes hombres y expertos en esta rama del conocimiento".[19] También aparece en los anales que Widmanstad explicó la teoría copernicana ante el papa Clemente VII y diversos cardenales en el año 1533.[20] (Mas, ¿cómo logró Widmanstad su información? ¿realmente serían el papa Pablo III y esa fecha?) En efecto, Georg Joachim Rheticus conocía la teoría astronómica copernicana lo

[18] ROSEN, E.: *Three Copernican treatises,* Dover, Nueva York, 1959, pp. 93-106.
[19] *Ibid.,* p. 111.
[20] THORNDIKE, L.: *History of magic and experimental science,* V, Columbia U.P., Nueva York, 1941, p. 410.

bastante para trasladarse de Wittenberg a Frauenburgo en 1539 con el propósito de descubrir su naturaleza. Con su "primer relato" (*Narratio prima*) de lo que Copérnico había estado trabajando, publicado en 1541, el bien guardado secreto pitagórico se reveló, al menos en Alemania; cuando poco tiempo después se publicó el *De revolutionibus* Copérnico fue mundialmente conocido, aunque éste ya había muerto. Es difícil esperar que Copérnico guardando su gran obra celosamente hasta su muerte deseara defenderla enérgicamente.

¿De qué fuentes bebió Copérnico? Rheticus, su discípulo, relató sobre él diciendo que era un maestro no menos que Regiomontano y agregó: "Más bien lo comparo con Ptolomeo, no porque mi maestro comparte con Ptolomeo la buena suerte de concluir, con la ayuda de la benevolencia divina, la reconstrucción de la astronomía que él había empezado",[21] mientras que Regiomontano falleció bastante joven. Ptolomeo era para Copérnico, como, *de facto*, para todos los astrónomos durante muchas centurias, la fuente definitiva de conocimiento e inspiración, con todo, como el *Almagesto* o *Gran sintaxis* no se imprimió antes de 1515, Copérnico no lo conocía cuando redactó su *Commentariolus*.[22] En la *Carta contra Werner* (1524), no obstante, hace muchas alusiones al *Almagesto* y lo mismo hace a partir de entonces. ¿Qué leyó antes de la fecha de 1515? El importante texto de Regiomontano (a quien aludió el discípulo de Copérnico) no apareció hasta 1496, año en que Copérnico se marchó de Cracovia, aunque ciertamente lo emplearía. Mas el libro con el que comenzó (si prescindimos de *La esfera* de Sacrobosco, la *Teoría planetaria* medieval de Gerardo de Cremona y otros antiguos favoritos que efectivamente se leían y comentaban en Cracovia) fue las *Nuevas teorías de los planetas* (*Theoricae novae planetarum*), escrito por Georg Peurbach (1423-1461) en 1454. Este texto se imprimió por primera vez en 1474 aproximadamente; un comentario del mismo autor por Wojciech de Brudzevo (1482) se convirtió en un libro clásico en Cracovia y Copérnico debió de estar familiarizado con él, aunque Wojciech no fuera su maestro. Estas *Nuevas teorías de los planetas* tenían definitivamente que sustituir los resúmenes medievales y así lo hicieron, disfrutando de una larga vida y útil como libro de texto básico que explicaba el lenguaje técnico de la astronomía y los sistemas de círculos cuyas revoluciones mixtas

[21] ROSEN, E.: *Op. cit.,* p. 109.

[22] Véase con más detalle: una versión medieval en latín del árabe se publicó por vez primera en Venecia en 1515. Ciertamente ésta es la que usó Copérnico. Después, se imprimió también en Venecia, en 1528, la traducción latina de un manuscrito griego hecha (1451) por Jorge de Trebisonda: los eruditos se inclinan a tener mal opinión de ésta. Más tarde el mismo manuscrito griego se imprimió en Basilea en 1538. Salió muy tarde para que Copérnico pudiera utilizarlo.

representaban el movimiento de cada planeta. Peurbach expuso nítidamente, por ejemplo, cómo en los planetas exteriores el movimiento del planeta en su epiciclo "emula" exactamente el movimiento del Sol alrededor de la Tierra (conforme Ptolomeo), siendo los radios siempre paralelos entre sí. Peurbach "moldeó" los círculos en un sistema de esferas firmes (que contenían huecos para los epiciclos) siguiendo el ejemplo de algunos astrónomos islámicos, y puede que Copérnico se fijase en las dificultades resultantes de ello. Los astrónomos de Cracovia –uno de los mejores centros de astronomía de Europa– parecen haber ido más allá de Peurbach en lo que respecta a poner en duda las suposiciones convencionales, apuntando, como, por supuesto, hicieran antes pensadores medievales mucho más conocidos como Nicolás de Oresme, que había buenos argumentos para interpretar la aparente revolución diaria de los cielos como una rotación de la tierra sobre su eje, y que el Sol no se mueve necesariamente porque parezca moverse. Es muy posible que Copérnico se sintiese inducido a pensar sobre estas cuestiones.[23]

No obstante, no es posible que aprendiera astronomía matemática de Peurbach y en este aspecto debemos suponer que su primer recurso, así como el fundamento del *Commentariolus*, sería el *Epítome* del *Almagesto* impreso en 1496, más de tres décadas después de quedar concluido. Ésta fue la obra conjunta de Peurbach y Regiomontano o Johannes Müller Königsberg (1436-1476), los cuales habían juntado sus fuerzas en Viena para trabajar en el manuscrito griego que el cardenal Bessarion había traído de Constantinopla. Regiomontano no era solamente buen conocedor del griego –a diferencia de Peurbach–, sino que se dedicaba activamente a la observación y la publicación de textos exactos como, por ejemplo, su *Efemérides*, que daba las posiciones de los cuerpos celestes diariamente para los años 1475-1506, y que Colón llevó consigo en su cuarto viaje a América. También era matemático muy competente (aunque su sobresaliente obra trigonométrica no se imprimiría hasta 1533). El *Epítome* –que algunos autores contemporáneos han calificado de "el mejor libro de texto de astronomía ptolemaica jamás escrito"–[24] pudo dar a Copérnico todo lo que necesitaba para idear su astronomía heliocéntrica y, por supuesto, Copérnico también tendría acceso a los necesarios volúmenes de tablas astronómicas.

[23] KNOLL, P. W. en WESTMAN, R. S., ed., *The Copernican achievement,* University of California Press, California, 1975, pp. 147-148.
[24] SWERDLOW, N.: "The *Commentariolus* of Copernicus", en *Symposium on Copernicus*, *Proc. Amer. Phil. Soc*., pp. 117, 1973, 426.

En la opinión de Copérnico, el tratamiento matemático ptolemaico era insatisfactorio por varios motivos, aunque inicialmente en el *Commentariolus* insistió en uno solo:

...parecía –escribió– bastante dudoso, pues estas teorías eran inadecuadas a menos que considerasen también ciertos círculos ecuantes, a causa de los cuales resultaría que el planeta nunca se mueve con velocidad uniforme ya sea en su esfera deferente o con respecto a su propio centro. Por lo tanto, una teoría de esa clase no parecía ni lo bastante perfecta ni suficientemente de acuerdo con la razón.[25]

La dificultad de Copérnico es natural. Supongamos que E (un punto de la esfera) es transportado sobre una esfera firme, real, cuyo centro es C, entonces el movimiento uniforme de esa esfera supone que E debe moverse uniformemente alrededor de C mismo, no de un punto ecuante (Q) en el radio C-B (diámetro A-B), pongamos como ejemplo. Si la rotación alrededor de Q fuera uniforme, entonces la esfera en conjunto debería reducir la velocidad durante una mitad de cada revolución e incrementarla durante la otra mitad, proceso éste nunca concebido en astronomía. Geométricamente, la rotación uniforme de E en torno a Q es fácilmente concebible, mas en términos de esferas mecánicas es imposible. Y Copérnico, claro está, prestaba mucho atención a construcciones mecánicas como las de Peurbach: como relata en *De revolutionibus*, un movimiento circular debe ser uniforme pues tiene una causa de movimiento que nunca falla, que es el sistema mismo.[26] En este texto de madurez también alega otros defectos de tipo similar en el tratamiento ortodoxo del movimiento planetario; no existe en ella ninguna exégesis de por qué el ingente epiciclo de Venus ocupa un volumen desmedidamente grande, ni se arguye de modo suficiente la posición del Sol entre los planetas Mercurio y Venus, y los otros tres planetas. "¿Qué causa pueden aducir aquellos que sitúan a Venus más cerca que el Sol, y Mercurio seguidamente, o algún otro orden?" ¿Por qué los planetas inferiores, lo mismo que los superiores, no iban a estar completamente despegados del Sol?:

En tal caso, o bien la Tierra no puede ser el centro con el que están relacionados el orden de los planetas y sus órbitas, o ciertamente no se observa su

[25] *Ibid.,* p. 434.
[26] DOBSON, J. F. y BRODETSKY, S.: *Op. cit*., p. 15.

orden relativo, ni aparece por qué debería asignarse a Saturno una posición más elevada que a Júpiter, o a cualquier otro planeta.[27]

Dicho en otros términos, el orden habitual de los 5 planetas con el Sol en medio era un simple convencionalismo; nada ataba definitivamente los seis sistemas de círculos en un orden lógicamente coherente. Por ende, Copérnico puede argumentar que al menos sería un paso hacia una coherencia mayor hacer que Mercurio y Venus circulasen alrededor del Sol (como, realmente, se había propuesto mucho antes); nada se pierde a causa de esta simplificación excepto la idea de que cada planeta tiene un orbe distinto independiente que circunda a la Tierra.

Ahora bien, ¿qué pudo conducir a Copérnico a explorar sistemas distintos de los de Ptolomeo, evitando los ilógicos círculos ecuantes? Si sólo nos fíamos de su propia explicación, buscó inspiración en los escritos de otros autores antiguos además de Aristóteles y Ptolomeo, "para averiguar si alguno de ellos había supuesto alguna vez que los movimientos de las esferas eran otros que los exigidos por las escuelas matemáticas". Y, *de facto*, en Plutarco –a quien Copérnico podría haber recurrido a causa de su popular ensayo *Sobre la cara de la Luna*– halló alusiones a los pitagóricos del s. V como Filolao y Heráclides que habían supuesto que la Tierra se movía. "Sacando partido de esto, también yo empecé a pensar en la movilidad de la Tierra; y aunque la opinión parecía absurda... consideré que fácilmente podía permitírseme comprobar, suponiendo algunos movimientos de la Tierra, si también podían descubrirse explicaciones más satisfactorias (que las de los matemáticos griegos) de la revolución de las esferas celestes".[28] Lo que Copérnico *no* dijo a sus seguidores, tal vez porque sabía que la historia tenía asociaciones antipáticas, fue que (como Plutarco también narró basándose en la autoridad de Arquímedes) Aristarco de Samos había ideado un sistema matemático, llegando así mucho más allá que los pitagóricos, en el cual a la Tierra se la trataba como planeta. Posiblemente creyera que este problema había sido resuelto en la antigüedad, mas que la solución de Aristarco fuera arrinconada a causa de los prejuicios: se sabe hoy por un fragmento que fue abolido del manuscrito durante los cambios que el propio Copérnico hizo más adelante cuando preparaba la edición.

[27] *Ibid.,* p. 17.
[28] *Ibid.,* p. 5.

Posiblemente fuera así; Copérnico lo cuenta de una manera muy circunstancial. Con todo, Plutarco no hubiera podido señalar *matemáticamente* a Copérnico la vía que conducía a un sistema heliocéntrico. En este sentido, como ha apuntado N. Swerdlow, puede que resultara nuclear una indicación que contiene el *Epítome* (1496) de Regiomontano y que difícilmente podía escapar a la atención de Copérnico.[29] En el libro XII de su texto Regiomontano manifestó cómo los movimientos de los planetas , tanto inferiores como superiores, podían representarse, no por medio de los deferentes y los epiciclos de Ptolomeo, sino a través de un círculo excéntrico cuyo centro está situado en el radio solar y gira con él alrededor de la Tierra en el centro del cosmos. Esto es, hacer que un círculo grande se mueva alrededor de otro pequeño es lo mismo que hacer que un círculo pequeño se mueva alrededor de uno grande, *salvo* (y esto es lo destacado) que ahora los círculos "pequeños" correspondientes a la totalidad de los cinco planetas –en realidad, para Mercurio y Venus serán más grandes que los círculos excéntricos u orbitales– tienen el mismo período que el Sol. Por otro lado, es natural, aunque Regiomontano no lo confirmó explícitamente, que los círculos "grandes" que corresponden a los cinco planetas pueden tener el mismo centro y que éste puede ser el Sol. Si se hace esa elección, entonces acabamos con el sistema geoheliocéntrico que ya hemos presentado.

Swerdlow ha presentado pruebas de que Copérnico siguió este camino, mas, inevitablemente, Copérnico no pudo pararse en el modelo geoheliocéntrico porque éste solamente funciona para los círculos y no para las esferas. Ya que algunos de los orbes alrededor del Sol se cruzan con el orbe solar alrededor de la Tierra. Dado que Copérnico aceptaba la realidad de las esferas celestes, único aparato que él conocía a través del cual los planetas podían transportarse por medio del espacio, tuvo que ir más allá de la geoheliocentricidad hasta llegar al verdadero sistema heliocéntrico,[30] pues, haciendo que el centro del movimiento fuera el Sol en lugar de la Tierra, y situando la Tierra en el orbe solar, desaparecen todas las intersecciones y puede construirse un modelo esférico.

Desde finales del siglo pasado se sabe que la geometría del *Commentariolus* correspondiente a los movimientos de Marte, Júpiter y Saturno no fue Copérnico el

[29] SWERDLOW, N.: *loc. cit.* (nota 24), pp. 471-477.

[30] Rigurosamente, el sistema copernicano no es heliocéntrico por cuanto para Copérnico el centro de todo el sistema no es el Sol, sino el centro de la órbita terrestre (próxima al Sol y moviéndose a su alrededor). Tampoco, con rigor, son heliocéntricos los sistemas kepleriano y newtoniano. El término exacto mas pedante "heliostático" (aparte de su desgraciado parecido a *helióstato*, que es algo completamente diferente) no evoca con igual fidelidad el entusiasta ejemplo del propio Copérnico de que el Sol se encontraba en el centro del universo.

primero en proponerla, sino Alí ibn Ibrahim al-Shatir (1305-1375) de Damasco, quien la ideó precisamente por la misma razón, para hacer posible un conjunto esférico realista. Algunos de los parámetros utilizados por Ibn al-Shatir son también idénticos a los empleados por Copérnico, posiblemente porque ambos están calculados partiendo del mismo origen ptolemaico: algunos son distintos porque Copérnico hizo un cálculo independiente. Es también curioso que en cada detalle de su teoría lunar Copérnico repitiese lo que Ibn al-Shatir había hecho antes; en otras partes emplea dos círculos rodantes para producir un movimiento en línea recta como hiciera otro astrónomo islámico, Nasir al-Din al-Tusi. El porqué de esta estrecha correspondencia entre los reformadores de Ptolomeo en Oriente y Occidente es difícil de comprender: por supuesto, no abarcó el principio heliocéntrico. Sin duda alguna Copérnico no leía árabe ni persa; sin embargo, en el diagrama de los dos círculos rodantes para el *De revolutionibus* Copérnico usó exactamente las mismas letras, paso a paso, que en la correspondiente figura allí donde aparece en manuscritos del *Tadhkira*, de al-Tusi, tratado de astronomía que (según parece) en aquel tiempo podía encontrarse en Italia.[31] Además, Copérnico jamás explicó por qué los dos epiciclos del *Commentariolus* y el único del *De revolutionibus* tienen que ser de las proporciones dadas para que la equivalencia ptolemaica resulte.[32]

El argumento filosófico copernicano se había debatido ampliamente en el siglo XIV, seguramente sin que Copérnico lo supiese. Nicolás de Oresme (1320-1382) en los comentarios en francés al *De caelo* de Aristóteles que escribió hacia el final de su vida argumentó que lo mismo da que los cielos se muevan y la Tierra permanezca inmóvil o viceversa;[33] además, según expresó, ni los experimentos ni los razonamientos podían confirmar cuál de las dos cosas era verdadera. Galileo diría dos siglos más tarde lo mismo. Oresme cita tres razones contrarias al sistema copernicano. En primer lugar, vemos realmente el Sol y las estrellas describiendo una curva a nuestro alrededor; en segundo lugar, si la Tierra girase de oeste a este (en lugar de girar el cielo de este a oeste), se sentiría un fuerte viento soplando de forma ininterrumpida desde el este; en tercer lugar, una piedra arrojada verticalmente hacia arriba no descendería sobre el mismo punto, lo cual se debería al movimiento de la Tierra. Oresme tiene soluciones para todas estas razones. Comienza recalcando (como también hizo Copérnico) la

[31] HARTNER, W.: "Copernicus, the man and his work", en *op. cit. (*nota 24)*,* p. 421.
[32] SWERDLOW, N.: *loc. cit* (nota 24), p. 469.
[33] El *Livre du ciel et du monde* fue editado por MENUET, A. D. y DENOMY, A. J. en *Medieval Studies,* IV (1943); edición revisada, University of Wisconsin Press, Madison, 1968.

relatividad subjetiva del movimiento: una persona que está en una barca y contempla una segunda barca no puede diferenciar fácilmente cuál de las dos se mueve, cree encontrarse detenido en su propio y pequeño mundo. En cuanto al viento, lo cierto es que la Tierra, el agua y el aire del mundo sublunar se moverían juntos y, por consiguiente, no habría más vientos que aquellos a los que estamos acostumbrados (hasta mucho después no se conectarían los vientos alisios regulares con la rotación de la Tierra). La dificultad sobre la piedra que se arroja al aire y luego cae la resolvió Oresme de modo similar: la piedra que se mueve por medio del aire es transportada con el aire y con "toda la masa de la parte inferior del mundo que se mueve con movimiento diario". Esto, según parece, significa que la piedra se mueve junto con la Tierra que tiene debajo, y todo lo restante, aunque moviéndose libremente en el espacio del aire.

Copérnico presenta un argumento filosófico más débil que el de Oresme. Primero señala que la Tierra es una esfera y que la rotación es natural en una esfera, pues por el mismo hecho de girar se expresa su forma. Aunque esto puede (o no) ser cierto en el caso de las planetarias, ciertamente no es aplicable a todas las esferas. Seguidamente Copérnico argumenta que "un cuerpo celeste sencillo no puede moverse irregularmente en un orbe sencillo": ésta es una de sus afirmaciones contra los ecuantes de Ptolomeo, a la vez justificando y justificada por la resolución convencional en movimientos esféricos uniformes. Después nos recuerda, acertadamente, que cuando vemos movimientos aparentemente en los cielos debemos cuidar de no atribuirles lo que en realidad está sucediendo en la Tierra: dado que la bóveda celeste contiene todas las cosas, ¿no debería atribuirse el movimiento al contenido? Y, ¿no debería sorprendernos más que el universo inmenso girase en 24 horas que quien así lo hiciera fuera la pequeña Tierra? Aquí Copérnico parece obviar que si realmente hay esferas celestes, y si en efecto éstas se mueven, la cuestión de "más lento" o "más rápido" en términos humanos poco significado puede tener. Debido a que las variaciones de los movimientos de los planetas indican que éstos no tienen a la Tierra como centro geométrico, "es justificable afirmar que la Tierra tiene otro movimiento además del diurno". Con rigor, esto es una incongruencia; no obstante, Copérnico procede a enseñarnos correctamente de qué modo, si los cielos son inmensurables en comparación con la Tierra, un movimiento anual de ésta no se vería revelado por una rotación aparente como un simple punto comparada con los cielos, como una cosa finita ante el infinito". (Es posible que Copérnico leyese este argumento en Plutarco al comentar éste el uso por Arquímedes del universo "inmensurable" de Aristarco en *El arenario*). En

cuanto a los miedos de Ptolomeo de que el movimiento de la Tierra causara inestabilidad destructiva en todo lo que hay en ella, Copérnico replica que el movimiento de la Tierra es natural, "una cosa muy distinta de una acción artificial", y que los procesos naturales transcurren sin contratiempo. Sugiere que cabría argumentar igualmente que la esfera estrellada resultaría rota por su asombrosa revolución en 24 horas.[34]

Copérnico, al igual que Oresme, trata la atmósfera como parte de la Tierra, una parte que gira junto con ella. Mas los cuerpos pesados que caen y los cuerpos ligeros que ascienden a través de la atmósfera deben tener un movimiento doble y no el movimiento único que Aristóteles juzgaba adecuado: porque, a juicio de Copérnico, la piedra que cae tiene que girar con la Tierra, puesto que desciende en línea recta hacia el centro. Aquí nos ofrece una generalización interesante: los cuerpos simples en su lugar y estando naturales solamente se mueven en círculos, ya que este movimiento es independiente y "parecido a estar en reposo". Solamente cuando un cuerpo está fuera de su lugar natural se produce movimiento rectilíneo (o más bien, debería decirse, parece producirse) como en el caso de la piedra que cae; y estos movimientos rectilíneos forzados jamás son uniformes, mientras que sí es uniforme el movimiento circular natural de todas las cosas. Esta idea la va a retomar Leibniz en su concepción vitalista de la realidad, estableciendo un principio activo dinamizador, interno, que hace mover, repleto de vida, todo el sistema universal. El movimiento circular es como el reposo y Copérnico prefiere el reposo o la inmovilidad al movimiento, porque "la inmovilidad es más noble y más divina que el cambio y la inconstancia, los cuales son, pues, más apropiados para la Tierra que para el universo (entero)". Parece que hay cierta imperfección en el argumento aquí, ya que el planeta Tierra se comporta como planeta no menos perfectamente que otros planetas: el cambio y la inconstancia solamente tienen relación con las partes desplazadas, participando del movimiento rectilíneo (aparente). No tiene nada que ver con la cuestión de si la Tierra es o no es un planeta.[35]

Sin embargo, Copérnico llevará a cabo una innovación filosófica muy importante con el fin de hacer frente a la dificultad de que, como todas las cosas pesadas que existen en el universo (según Aristóteles) –es decir, la tierra y el agua– ya no se reúnen en su centro, no puede decirse que dichas cosas caigan hacia este centro por ser éste su lugar natural. En vez de ello, Copérnico propone que el peso o la gravedad –que

[34] DOBSON, J. F. y BRODETSKY, S.: *Op. cit.* (nota 14), pp. 9-13.
[35] *Ibid.,* pp. 14-145.

nosotros percibimos como la causa de la caída– es simplemente un principio de coherencia, "una inclinación natural otorgada por el Creador a las partes de los cuerpos con el fin de combinar las partes en la forma de una esfera y contribuir así a su unidad y a su integridad". También, como todos los cuerpos del sistema solar son esferas, es plausible que también ellos tuvieran una propiedad similar de coherencia o gravedad.[36] Es dudoso que Copérnico calculase todas las consecuencias de esta sugerencia de gran proyección, entre las que se cuenta la posibilidad de considerar que todos los planetas y la Luna (y, de hecho, también el Sol) son físicamente parecidos, y que la coherencia/gravedad es una propiedad universal de la materia. No pasaría mucho tiempo antes de que se señalara que algo de la misma índole hace que las gotas de líquido se unan para formar esferas.

¿Pensó Copérnico en la posible recepción del *De revolutionibus* por matemáticos y eruditos y se interrogó si lo emplearían o lo olvidarían? En efecto, no pudo imaginar que, visto con perspectiva histórica, este texto más que cualquier otro parecería haber introducido una nueva época en la historia.

1.6. **El siglo XVI: un siglo de confusión.**

En primer lugar, hay que señalar que en Europa las consideraciones metafísicas de Descartes o de Leibniz parecían mucho más pertinentes, como substrato de una visión científica del mundo, que cualquier variedad de milenarismo o utopismo, de modo que, a pesar de las discrepancias ingentes entre Descartes y Leibniz (que eran filósofos muy desemejantes) por una parte y Newton por la otra, tenían más en común unos con otros (a todos les interesaba la cinética macroscópica) que con Bacon. Asimismo, la perspectiva puritana y milenaria gozaría solamente de una breve dominación y su caída arrastraría consigo a gran parte de la fuerza del baconismo.

Ahora bien, en el siglo XVI había entusiasmo y mucha actividad, pero también gran confusión. Algunos espíritus impetuosos, muy pocos, ya se atrevían a jactarse de que el mundo moderno comenzaba a superar a la antigüedad en conocimientos, mas la mayoría de los eruditos, alrededor de 1550 y durante mucho tiempo después, opinaban que estudiar y comprender a los autores antiguos era tan importante como buscar nuevos avances. Incluso a finales del siglo XVII Newton, Leibniz y muchos otros de

[36] *Ibid.*, pp. 15-16.

menor fama se enorgullecían tanto de su erudición como de su capacidad científica. En modo alguno parecía que un programa de demolición y reconstrucción generalizadas fuera apropiado para el reino de las ideas; esta clase de política y el gran debate copernicano no empezaron a dominar el panorama hasta principios del siglo XVII.

La diversidad de esfuerzos del siglo anterior a Leibniz hizo que la confusión fuera inevitable. Los "modernistas" que auxiliaban respectivamente a Vesalio, Copérnico o Paracelso –por mencionar una tercera figura relevante– casi no tenían nada en común salvando la crítica de la ortodoxia. Hubo entonces tensión entre los objetivos de imitar o superar la excelencia de la antigüedad. En 1594 Hugh Platte dijo:[37]

¿Por qué, pues, deberíamos tener tan mala opinión de nosotros mismos y de nuestros tiempos? Las sendas de los filósofos antiguos, ¿están tan borradas o cubiertas por la vegetación que en nuestros días no queda ningún rastro que permita encontrarlas o seguirlas? ¿O son sus laberintos tan intrincados que ningún hilo de Ariadna ayudará a salir a quien haya entrado en ellos?

Estos enfoques hacia el pasado, aunque continuarían hasta la disputa entre los antiguos y los modernos (o "Batalla de los Libros") de fines del s. XVII –en tiempos de Leibniz –, ya estaban deparando algo a aquellos que, como Stradamus y el propio Bacon, escribían sobre las alegres noticias procedentes de un mundo recién descubierto, o sobre los descubrimientos hechos en tiempos recientes y desconocidos de los antiguos.

Algo semejante aconteció en la historia de la mecánica. Repentinamente disminuyó el interés por la tradición aristotélica de la estática, que había dominado durante los siglos precedentes, aunque la práctica de enseñar el principio de los mecanismos a través de la teoría de las "cinco máquinas simples" –todas ellas reducibles al principio de la palanca– continuó, de nuevo, por ejemplo, en manos de Galileo, quien redactó un importante tratado en italiano sobre este tema, remontándose también a la *Mechanica* de Aristóteles.[38]

---

[37] PLATTE, sir HUGH: *The Jewell House of Art and Nature,* Londres, 1594, pp. B1-B2.

[38] DRABKIN, I. E. y DRAKE, Stillman: *Galileo Galilei on motion and on mechanics,* University of Wisconsin Press, Madison, 1960.

Las "cinco máquinas simples" eran la palanca, las poleas, el torno, el plano inclinado (cuña) y el tornillo: la cuestión en litigio, la obtención de ventaja mecánica. Aristóteles –o quien fuera el autor de la *Mechanica* (c. 300 a.C.)– ya comprendía que el aumento de fuerza que se ejerce es equilibrado por la mayor distancia movida en todos los casos. El estudio del plano inclinado resultaría especialmente instructivo para Galileo.

Un concepto postclásico que tuvo gran importancia en la mecánica del siglo XVI es el de *impetus* –muy tratado por Leibniz en su dinámica–. Aristóteles en su *Física* había categorizado los movimientos sublunares en dos grupos: si sucedían como parte del orden de las cosas, eran *naturales*; si eran contrarios a dicho orden (pongamos por caso, cuando se levanta un peso hacia arriba), eran *violentos*. Aristóteles decía que ambas clases de movimiento hallaban resistencia por parte del medio (normalmente, aire o agua) a través del cual tiene que pasar el cuerpo móvil, como, por ejemplo, cuando una hoja cae de un árbol y revolotea hasta el suelo. Por consiguiente, la continuación del movimiento requería una causa o una fuerza que lo provocase; solamente las cosas vivas, según Aristóteles, se mueven espontáneamente y por propia voluntad. Siguiendo estos precedentes, los pensadores escolásticos decidieron introducir un nombre nuevo para postular una causa nueva: la virtud imprimida o *impetus*. Como dice Leonardo da Vinci, "*impetus* es la impresión de movimiento transmitida al móvil por lo que se mueve. Cada impresión tiende a la permanencia o desea la permanencia. Esto lo prueban la impresión que deja el sol en el ojo del espectador y la impresión que hace el badajo al golpear la campana".[39]

El nuevo vocablo no alteró las categorías aristotélicas del movimiento (Leonardo comenta además: "El movimiento violento, cuanto más se ejerce, más débil se vuelve: el movimiento natural hace lo contrario".)[40] La mayor parte de los pensadores (también Leonardo) imaginaban que el *impetus*, como el calor al rojo, la pigmentación brillante, la vibración de una campana o la belleza física, era un atributo cualitativo que natural e inevitablemente tendía a cero a no ser que la causa originaria del mismo lo recargase: era una manera de explicar por qué, por ejemplo, una flecha disparada al aire no se aleja indefinidamente de la Tierra, sino que cae de nuevo en ella al cabo de un tiempo; desde luego, su movimiento también encuentra resistencia por parte del aire.

Sin embargo, este concepto permitía hacer los análisis de los fenómenos del movimiento que Aristóteles no pudo llevar a cabo. Aunque, obviamente, la idea de una combinación de las categorías aristotélicas de lo natural y lo violento es tan confusa como la idea de mezclar lo celeste con lo terrestre y demostró no tener valor físico ni geométrico, pese a lo cual persistió hasta la época de los *Principia* de Newton.[41] Los matemáticos repetían una y otra vez que los movimientos sencillos seguían trayectorias

[39] Institut de France, MS. G. 73 r, cfr. en MACCURDY, E. : *The notebooks of Leonardo da Vinci,* Cape, Londres, I, 1938, p. 67.
[40] *Codice Trivulziano,* 30a, cfr. en MACCURDY, E.: *Op. cit.,* p. 536.
[41] HALL, A. R.: *Ballisctics in the seventeenth century,* Cambridge U. P., Cambridge, 1952, pp. 81-83.

rectilíneas y que los movimientos mixtos seguían trayectorias curvas, con lo cual no aclaraban nada, mientras que los artilleros encontraban acertadas filosofías como la que sigue:

Todo movimiento del mundo termina en reposo. Todo cuerpo sencillo es raro y leve o denso y grave y de acuerdo con estas diferencias es transportado naturalmente hacia alguna parte.

Nada funciona de modo natural en aquello que es totalmente igual o totalmente desigual, sino en aquello que es contrario a ello y más débil.[42]

Ahora bien, la naturaleza del movimiento acelerado uniformemente se había abordado mucho en el s. XIV y se entendía que el cuerpo en movimiento recibía incrementos de velocidad iguales en incrementos de tiempo o de distancia desde el origen también iguales. Oresme, quien hizo una demostración geométrica de la "Regla de Merton" –así denominada por los historiadores debido a su vinculación con los comentaristas aristotélicos del Merton College de Oxford–, así como de su consecuencia, la proporción 1:3 de las distancias, también entendió que si la división del tiempo en partes iguales se extendía indefinidamente, las distancias sucesivas que recorriese el cuerpo en aceleración serían como la serie continua de números impares: 1, 3, 5, 7,...[43]

Todos los elementos de lo que la siguiente generación consideraría un triunfo importante, un punto decisivo en la innovación, ya se encontraban presentes, mas nadie acertó a dar con el modo de unirlos. Estaban más atentos a encontrar una explicación causal del movimiento que a describir cómo se producía: esto se ve, por ejemplo, en las primeras notas de Galileo sobre este tema (las conocidas *Juvenilia*) escritas a fines del decenio de 1580 o alrededor de 1590, en la época de las pruebas en la torre de Pisa.[44]

---

[42] NORTON, R.: *The Gunner, shewing the whole practise of Artillerie,* Londres, 1628, pp. 3-4.
[43] CLAGETT, M.: *The science of mechanics in the Middle Ages,* University of Wisconsin, Wisconsin, 1959.
[44] V. DRABKIN, I. E. y DRAKE, Stillman (nota 38). De acuerdo con la fecha aceptada, Galileo tenía *de facto* 26 años cuando redactó *Sobre el movimiento*. Las pruebas realizadas en la torre inclinada, desacreditadas durante mucho tiempo, han sido revalidadas por autores contemporáneos como Stillman Drake: no hay testimonio de ellas fuera de la biografía que Viviani escribió de su maestro. En efecto, en aquella época Galileo ya creía –como Benedetti antes que él–que dos cuerpos del mismo material y de tamaños distintos caerían a velocidades muy semejantes, pero no se interesó por definir el cambio de velocidad durante la caída.

Al buscar las fuentes de la química científica del siglo de las Luces, de la metalurgia del siglo decimonónico y de la "ciencia de los materiales" del siglo pasado, solamente podemos remontarnos hasta diversas habilidades artesanales (en la refinación de metales, la cerámica y otras aplicaciones del fuego) que empezaron en la prehistoria y a escritos alquímicos e iatroquímicos que comenzaron a constituir una literatura reconocible en Europa durante la segunda mitad del s. XV. Los textos tecnológicos, cuando surgen en el s. XVI, nos ayudan a entender los métodos, mas no iluminan el reino de los pensamientos. Tienen verdadera importancia propia y los mejores de ellos –como la *Pirotechnia* (1540), de Vanoccio Biringuccio, y la *De re metallica* (1556), de Agricola– lograron un éxito merecido en forma de reimpresiones y traducciones, mas sus autores no se convirtieron en dirigentes de escuelas o movimientos y ni siquiera parece que dieran peso a los pensadores empíricos como Bacon. Esto es de lamentar en la medida en que eran autores serios, no alquimistas, y representaban la verdadera suma de seis mil años de evolución de las artes pirotécnicas.[45]

El hombre que inauguraría en Europa un nuevo culto al arte pirotécnico, Theophrastus Bombastus von Hohenheim, conocido por Paracelso (1493/94-1541), era un personaje provocativo, extravagante e inflamador (literalmente entendido, pues en cierta ocasión en Basilea quemó en público las obras impresas de Avicena). No era en modo alguno un autor lúcido ni un autor cuyo mensaje se entendiese fácilmente. Tampoco hay en su mensaje elementos perceptiblemente "modernos"; como los que se hallan en Copérnico y en Vesalio: no existe ninguna línea recta entre Paracelso y la ciencia moderna y, a pesar de sus habilidades "químicas", no era (según Walter Pagel) "ni científico ni químico en el sentido moderno".[46] Paracelso –oriundo de las regiones mineras del sur de Alemania– pensaba que si un hombre tiene tendencia a la avaricia, es porque ha escogido a Saturno por esposa, pues cada estrella es una mujer; y si un hombre padece melancolía, es inútil tratar de purgarle la bilis negra: más bien hay que liberarle de las influencias astrales.[47] Paracelso habla de la patología humoral, de las enfermedades, en ocasiones habla de las "semillas" de las enfermedades del hombre, creado por Dios al principio. Los metales y los minerales son venenos, a criterio de Paracelso, mas, de acuerdo con el principio homeopático de que lo igual cura a lo igual,

[45] STANLEY SMITH, Cyril: *Pirotechnia de Biringuccio,* tr. de Marta T. Gnudi, 1942, reimp. Basic Books, Nueva York, 1959.
[46] PAGEL, W.: *Paracelsus: an introduction to philosophical medicine in the era of the Renaissance,* Karger, Basilea y Nueva York, 1958, p. 344.
[47] *Ibid.,* pp. 138, 150.

también curan si se usan apropiadamente: "Un agujero que pudre la piel y corroe el cuerpo, ¿qué otra cosa es sino un mineral? El colcótar –el *caput mortuum* del vitriolo– remedia el agujero. Lo hace porque el colcótar es la sal que hace el agujero". En el pensamiento de Paracelso esto es la consecuencia lógica de la analogía entre el microcosmos (interno) y el macrocosmos (externo): el colcótar patógeno u otra sustancia interna del cuerpo debe ser vencido introduciendo desde fuera la misma sustancia curativa. Para ello puede que se necesite tratamiento químico, como en el caso del arsénico (que también es un veneno, como señala Paracelso), que debe "matarse" antes de emplearlo como fármaco: por ejemplo, el arsénico blanco puede calentarse con salitre "hasta que forma un sedimento parecido a la manteca en el fondo del crisol". Al verterlo, adquiere un matiz dorado y puede disolverse en alcohol o mezclarse con tártaro. Es bueno para combatir las llagas sifilíticas y de otras clases. [48]

Cabría decir que, desde el punto de vista histórico, el grupo de los seguidores de Paracelso, fue más importante que el propio maestro, de quien se ha dicho que "ayunaba por la mañana, se emborrachaba por la noche y presentaba las ideas siguiendo exactamente el orden en que se le ocurrían",[49] aunque sólo fuera porque los discípulos desarrollaron gradualmente un sistema coherente, menos extravagante.

Llegaron los primeros autores de libros de texto de "química": Oswald Croll, Jean Beguin y Andreas Libavius. De estos textos nació la teoría *spagirica* o de los principios químicos de Paracelso, la sal, el azufre y el mercurio, los *tria prima* en oposición a los cuatro elementos de los pensadores: *de facto*, la diferencia de los *nombres* no es importante, ya que la sal continuó siendo el principio de la tierra; el azufre, el del fuego, y el mercurio, el de la fluidez, mientras que los químicos, como aristotélicos, continuaron hablando también de "aires". Parece que los antiguos jamás prestaron especial atención al hecho de que algunos materiales son a todas luces más vigorosamente activos que otros (por ejemplo, el vino y el opio en relación con el cuerpo animal),[50] no sabían nada de ácidos y de álcalis fuertes –ya que no elaboraron jabón de lejía– y prácticamente ignoraban que los minerales activos, en su mayoría compuestos metálicos, se encontraban en la naturaleza.

A Libavius se le suele presentar como "el autor del primer libro de texto de química" (su *Alchymia*, 1606), aunque en todos sus textos se mezclan la "química" tal

[48] *Ibid.,* pp. 145, 147.
[49] HOEFER, F.: *Histoire de la chimie,* París, 1866, II, p. 5.
[50] El nombre *laudanum* se lo dio Quercetanus al extracto (tintura) alcohólico del opio.

como la entendemos ahora –una ciencia racional, experimental– y la alquimia en el sentido actual del vocablo; de hecho, era muy crédulo.[51] Pocos autores de "química" hasta Robert Boyle (1627-1691) inclusive consideraban que la transmutación de metales fuera *en principio* imposible, aunque mentes más doctas tendían a mostrarse escépticas ante las numerosas leyendas circunstanciales sobre la producción de oro alquímico que se escuchaban en aquella época; lo cierto es que no había todavía ninguna razón teórica ni teoría de la materia que prohibiera tal transmutación; solamente el sentido común y la experiencia estaban en contra de ella.

De la misma manera que la realidad de las maravillas mecánicas, sobre todo de los autómatas, hacía plausibles las historias sobre pájaros artificiales o máquinas de movimiento perpetuo, también los fenómenos auténticos y extraordinarios del cambio químico daban color a maravillas todavía más grandes que la transmutación. Notable y persistente es la historia del fénix químico; tal como la narra Paracelso:[52]

Cualquier hombre puede hacer que el huevo madure bajo su propio brazo y procrear el polluelo tan bien como la gallina. Y aquí hay que hacer mención de algo más. Si el pájaro vivo fuera quemado y reducido a polvo y cenizas en una curcurbit *(vasija) cerrada herméticamente con el tercer grado del fuego, y luego, todavía cerrada, se pudriera con el grado más alto de putrefacción en un* venter equinus *(vientre de caballo = calor de sangre), entonces esa flema puede hacerse madurar de nuevo y así, renovada y restaurada, puede convertirse en un pájaro vivo, siempre y cuando la flema se encierre una vez más en su tarro o receptáculo. Esto es resucitar a los muertos mediante la regeneración y la clarificación, lo cual es en verdad un milagro grande y profundo de la naturaleza... Este es el más grande y el más elevado milagro de Dios, que Dios ha revelado al hombre mortal...*

Esta historia es similar a otra posterior de la que da fe Quercetanus y que se refiere al crecimiento de plantas partiendo de cenizas en vasijas cerradas herméticamente bajo un calor suave, conseguido por un polaco cuyo nombre se ignora; otros aseguraban que las sales logradas de las cenizas de las plantas revelaban en sus cristales la forma de las plantas de donde procedían las cenizas.[53]

[51] PARTINGTON, J. R.: *History of chemistry,* II, Macmillan, Londres, 1961, pp. 248, 250.
[52] WAITE, A. E.: *Hermetical and alchemical writings of Paracelsus,* Londres, 1894, I, p. 121.
[53] PARTINGTON, J. R.: *loc. cit.* (nota 51), p. 169.

A partir de mediados del siglo XVII, debido a la influencia conjunta de Descartes y Boyle, la acción benéfica de los medicamentos químicos se interpretó en términos mecanicistas, aunque bastante fantásticos a su modo. Estaban muy dispuestos a atribuir grandes méritos al material mágico de tipo más antiguo (por ejemplo, el hueso de una calavera), con tal de que estuviera químicamente preparado. De la misma manera, Paracelso insiste en el vínculo estricto entre *forma* y *utilización* llamado la "doctrina de los signos" (que no es diferente de la fe *a priori* de los anatomistas al deducir la función de la morfología), de buenos antecedentes medievales: [54]

Ved la raíz satyrion*, ¿acaso no está formada como las partes prudentes del varón? Por consiguiente, la magia la descubrió y reveló que puede restaurar la virilidad y la pasión de un hombre. Y luego tenemos el cardo: ¿acaso sus hojas no pinchan como agujas? Gracias a este signo, el arte de la magia descubrió que no hay mejor hierba contra la picazón interna... Y la* syderica *lleva la imagen y la forma de una serpiente en cada una de sus hojas y así, según la magia, brinda protección contra cualquier clase de envenenamiento.*

Inevitablemente, también las estrellas surten un efecto mágico sobre los hombres: "Un hombre sano debe someterse al cielo y cada día debe esperar lo que el cielo le envíe". Paracelso simplemente emplea el mundo nuevo de procesos y fenómenos químicos para agrandar el reino de la magia. Como dice Lynn Thorndike,[55]

para Paracelso no existe la ley natural y, por consiguiente, no existe la ciencia natural. Incluso la fuerza de las estrellas puede ser desviada, frustrada o moderada por la intromisión de un demonio. Hasta la enfermedad más grave puede rendirse ante un oportuno encantamiento o rito mágico. En todas partes hay misterio, animismo, fuerzas invisibles.

Walter Pagel, el principal estudioso contemporáneo de Paracelso, está de acuerdo en que éste rechaza la filosofía racional, que en verdad es "inspirado por una profunda desconfianza en el poder del razonamiento humano", y cree que las grandes

[54] Paracelso, en JACOBI, J. (ed.).: *Selected writings,* Routledge, Londres, 1951, pp. 196-197.
[55] THORNDIKE, L.: *History of magic and experimental science,* V, Columbia University Press, Nueva York, 1941, p. 628.

verdades de la naturaleza más bien se aprenden "en sueños y trances fortalecidos por una voluntad y una imaginación fuertes". Paracelso se parece a los místicos religiosos y a muchos alquimistas, al considerar que la verdad que surge de la ilustración es trascendental, inasequible mediante los procesos literarios de estudio normales.[56]

Paracelso fue el autor de una filosofía natural "alternativa", presentando una perspectiva mágica del mundo que no solamente es diferente de la de Aristóteles, Galeno y los pensadores cristianos de la Edad Media, sino del platonismo redivivo que también contribuyó con vigor al hermeticismo del Renacimiento. Para Paracelso la sede de la vida está en el corazón –por una vez, coincide con Aristóteles. Además del cuerpo carnal el hombre posee un "cuerpo astral" –cuyo significado es tal vez lo que otros han denominado el espíritu o alma del hombre–, por medio del cual el hombre tiene una comunicación directa con el mundo exterior y puede predecir los sucesos que se producen en él. (Esto es sumamente importante para Leibniz, puesto que el filósofo de Hannover beberá directamente de estas filosofías pre-barrocas a la hora de edificar su *Weltall*). Funciona, por ejemplo, en los sueños, los cuales "indican ciertos trabajos de la naturaleza que están en marcha en aquel momento. Por ejemplo, un sueño en el que salgan agua o peces señala la maduración de minerales, sales, metales, arena, etc., todos los cuales son productos de este elemento".[57]

Hay que señalar que Paracelso en el nivel histórico más simple, ejerció, a través de sus seguidores, una influencia enorme en la farmacología y, por lo tanto, en la marcha de la ciencia que más adelante se llamaría química. Su influjo y vestigios de su lenguaje aparecen de modo más sutil en toda clase de lugares, como, por ejemplo, en los criterios de Bacon. Si bien éste acusó a Paracelso de convertir "el hombre en una Pantomima" y lo tachó de criador fanático de fantasmas, también opinaba que había estimulado la experimentación.[58]

Las líneas entre "ciencia" y "magia" todavía no estaban definidas con mayor firmeza que las líneas entre la astrología y la astronomía. Muchos pensadores y matemáticos, así como los seguidores de Paracelso, eran además "magos", entre ellos cabe destacar a Girolamo Cardano y a John Dee (1527-1608). A pesar de las pretensiones místicas de Dee de poder y sabiduría, sus *Monas hieroglyphicas* y (en momentos más racionales) sus planes para que Inglaterra (en tiempos de Isabel I)

[56] PAGEL, W.: *Op. cit.* (nota 46), pp. 50-51, 63.
[57] *Ibid.,* pp. 72-81, 104-106, 121.
[58] ROSSI, Paolo: *Francis Bacon. From magic to science* (1957), Routledge, Londres, 1968, pp. 31-57.

gobernara las olas, a pesar del interés que ha despertado en los eruditos de muchas épocas,[59] hay que suponer que Dee no estaba muy cuerdo y que escribió gran cantidad de cosas absurdas (nunca publicadas), mientras que Cardano y Paracelso, que publicaron mucho más, al menos expresaron algo con sentido. Con todo también ésta es una taxonomía anacrónica; el Renacimiento solamente sabía de demonios, posesos, magos y místicos.

Tanto Paracelso como Cardano y Dee fueron objeto de fuertes y persistentes críticas. Las críticas que contra Paracelso lanzó Erastus (Thomas Liebler, 1523-1583), destacado teólogo, fundadas en el enfoque que de los hechos y las palabras tenía un hombre sencillo, defienden vigorosamente el racionalismo cauto contra la imaginación excesiva.[60] Al mismo tiempo que por razones teológicas aceptaba la existencia de demonios y brujas, Erastus consideraba que la magia se cimentaba en la demonología o en un concepto errado de la astrología: en este sentido condenaba tanto a Paracelso como a los neoplatónicos. Porque los cielos no son controlables por los hombres en su acción sobre la Tierra allá abajo; más bien actúan de acuerdo con una pauta regular, constante. Erastus no era amigo de la revolución científica ni de una lógica nueva y, a pesar de ello, en muchos sentidos parece entender el espíritu "científico", escéptico, de tiempos posteriores mejor que Paracelso. Era muy probable que el crítico de los magos y alquimistas hablara igual que los negros reaccionarios clericales, tales como los teólogos que condenaron a Van Helmont por su apego a las doctrinas de Paracelso y por "pervertir la naturaleza atribuyéndole todo el arte mágico y diabólico y por haber propagado más que oscuridad cimeria por todo el mundo mediante su filosofía química".[61] ¿Podía aparecer la ciencia racional, experimental, sin aliarse con esa fuerza mágica y poderosa que también exigía libertad intelectual y el derecho de elegir nuevos métodos y sistemas?

La respuesta continúa siendo muy discutida. Muchos historiadores recientes dicen que tiene que ser negativa, al menos en parte, que el neoplatonismo, el hermeticismo, el paracelsismo (en resumen, la magia) fueron esenciales para el desarrollo de la ciencia y el rechazo de la filosofía del pretérito. Aparte de los numerosos defensores de lo esotérico y lo paracelsiano, algunos de los principales "filósofos nuevos" de Inglaterra y Alemania se inclinaron, según parece, en la misma

[59] En el *Dictionary of scientific biography* apenas se trata a Dee. Véase para Dee y los Rosacruces, YATES, Frances A.: *The Rosicrucian Enlightenment,* Routledge, Londres, 1972.
[60] PAGEL, W.: *Op. cit.* (nota 46), pp. 311-333.
[61] *Idem,* p. 254.

dirección: por ejemplo, Kenelm Digby, Robert Boyle, Leibniz (se verá a lo largo de toda su filosofía) y hasta Isaac Newton. Los franceses, católicos, matemáticos, cartesianos, lo evitaban en su mayor parte, aunque seguía habiendo "adeptos" y "esapagiristas" franceses mucho después de fallecer Descartes. Por otra parte, hubo casos en que la tradición hermética fue rechazada con firmeza. Uno de los más ilustres casos fue el de Kepler, platónico y admirador de Proclo, defensor de la astrología (conforme el modelo reformado por él mismo) e hijo de una mujer que en cierta ocasión había sido acusada de brujería. Su oponente era Robert Fludd (1574-1637), próspero médico londinense a la vez que hermético y ocultista; la complejidad de las relaciones intelectuales la demuestra el hecho de que Fludd apoyara por motivos místicos la circulación de la sangre descrita por vez primera por su amigo W. Harvey (1627) basándose en datos anatómicos y experimentales.

De la misma manera que resultaba esotérico para las personas que no sabían de números, el razonamiento matemático era básico para la ciencia tal como se ha desarrollado para distinguir entre lo oculto y los esfuerzos racionales por matematizar la naturaleza. Hay un argumento "místico" interesante en el *De Luce* ("Sobre la luz", 1230), de Grosseteste –esta clase de absurdos era habitual en la Edad Media–, donde la forma es representada por la unidad, la materia por el número dos, su composición por el tres y el compuesto resultante por el cuatro; dado que la suma de estos números es diez (un número triangular) "cada cosa completa y perfecta es diez". [62]

El ataque de Kepler contra Fludd fue apoyado por Marin Mersenne (1588-1648), un fraile mínimo cuyo nombre sería estrechamente ligado con Descartes y el desarrollo de la filosofía mecanicista en Francia. Las críticas formuladas por Mersenne en 1623 también recibirían auxilio, contra las réplicas de Fludd, por el pensador atomista Pierre Gassendi.[63] Mersenne condenó principalmente los argumentos cabalísticos de Fludd (que llevaban solapada la transposición de letras en números para "probar" así las identidades entre palabras o nombres) y el animismo de la filosofía neoplatónica (y, de hecho, paracelsiana) que atribuía un alma a todas las cosas.

Unas décadas antes de nacer Leibniz, alrededor de 1620, la línea de división entre ciencia racional-matemática y mecanicista por un lado y una visión animista o mágica de la naturaleza por el otro fue trazada por fin, aunque apenas definida; un autor

[62] THORNDIKE, L.: *History of magic and experimental science,* II, Columbia University Press, Nueva York (1923), 1947, p. 444. Charles Singer trata también de la peculiaridad del Salmo 46 de la versión inglesa autorizada de la Biblia.
[63] LENOBLE, P.: *Mersenne ou la naissance du mécanisme,* París, 1943, pp. 103-105, 367-370.

como K. Digby, quien defendía el "ungüento para el arma",[64] estaría, a pesar de la semejanza entre su filosofía natural y la de Descartes o Hobbes, en el otro lado de la línea y probablemente Van Helmont también lo estaba. Al finalizar el siglo de Leibniz –mucho tiempo después de que Isaac Casaubon (1614) desacreditara la leyenda de Hermes Trimegisto y los antiguos padres de la sabiduría–, la astrología, la alquimia y la magia descenderían súbitamente al nivel de subculturas inferiores. No eran muy respetables (no así, en cambio, para Leibniz).

[64] En 1608 fue descrita por R. Goclenius; el ungüento se aplicaba al arma y no a la herida que ésta había causado, y se suponía que curaba la herida por medio de su acción mágica a grandes distancias. Según algunos, para la eficacia del ungüento era esencial que en el arma hubiese sangre seca de la víctima. Digby describió su "poder de simpatía" (la misma cosa, en su caso simplemente una solución seca de vitriolo, sulfato de cobre) en una conferencia que impartió en Montpellier en 1657 y que, una vez impresa, resultó muy leída.

CAPÍTULO 2

NUEVOS SISTEMAS DE FILOSOFÍA DE LA CIENCIA EN EL SIGLO XVII

"...a los que les gusta entrar en el detalle de
las ciencias desprecian las investigaciones
abstractas y generales; y los que
profundizan en los principios raramente
entran en las particularidades. Por mi parte,
estimo igualmente una cosa y la otra".[65]
(*Carta a Foucher*, 1692).

2.1. **El método experimental en el siglo XVII.**

De entre todos los modernos, René Descartes fue el que más se acercó al derecho de llevar el mando robado de Aristóteles, puesto que se le leía universalmente y tenía numerosos seguidores. Descartes creó un fundamento metafísico, una epistemología y un sistema íntegro de la naturaleza que abarcaba la explicación de todos los fenómenos. Prometió un método infalible de descubrimiento. Su reputación aumentó gracias a la labor de hábiles y pacientes expositores, en especial de Jacques Rohault (1620-1673), y cuando empezaron a hacerse notorios los defectos de sus propias explicaciones de los fenómenos naturales, su sistema cobró nueva vida gracias a los escritos de "neocartesianos" extremadamente competentes, entre los que destacan Huygens, Malebranche y el propio Leibniz. *De facto*, a pesar de la poderosa influencia contraria de Newton, la luz que arrojara Descartes se extendería hasta penetrar en el resplandor más general de la Ilustración del siglo XVIII y de su principal monumento, la *Enciclopedia* de Diderot y D'Alembert. Por otro lado, Descartes era un matemático puro genial que también hizo trabajos de valor imperecedero en el campo de la física matemática; de no haber sido filósofo, igualmente ocuparía un lugar prominente en la historia de la ciencia. En todos los aspectos menos en uno, la investigación experimental

[65] CAREIL, Foucher de: *Nouvelles lettres et opuscules inédits de Leibniz,* París, Ladgrange, 1857, p. 89.

sistemática, Descartes sobresalía en el momento de su muerte, y después de ésta sería, para todos quienes en aquel momento eran capaces de comprender sus libros, la gran luminaria, el hombre que había abierto un camino ancho para la posteridad.

Uno de los que más se aproximaron a Descartes por su tipo, aunque no por la fuerza de su influencia, fue su compatriota y casi contemporáneo Pierre Gassendi (1592-1655), cofundador de lo que Boyle denominaría la "filosofía mecanicista". Tanto en su calidad de filósofo puro como en la de "científico" puro, los logros de Gassendi fueron de categoría inferior a los de Descartes, pero nadie antes de estos dos franceses reunió la filosofía y la ciencia de una manera global. Galileo, por ejemplo, era un excelente filósofo de la naturaleza, mas, de no ser por esto, no tendría ningún lugar en la historia de la filosofía general. Según Stillman Drake, Galileo no podía sufrir la filosofía retórica convencional, como les sucedería también a muchos de sus sucesores. (*"*Las preguntas que hacen los filósofos o bien no pueden contestarse o se contestan mejor por medios otros que el comentario verbal".)[66]

Ahora sabemos, gracias al detenido análisis de Stillman Drake de las notas desordenadas e inéditas de Galileo[67], que los experimentos cuantitativos desempeñaron un papel crucial en la generación de su teoría matemática del movimiento y que deberíamos sentirnos inclinados a confiar en Galileo cuando da cuenta de determinados experimentos (como los que hizo con los cuerpos flotantes, por ejemplo); sin embargo, la exposición galileana ocultaba mucho trabajo paciente y objetivo, algo que sucede también en la astronomía.

En opinión de Galileo, el secreto de la ciencia oficial (siendo el descubrimiento un proceso privado y no ciencia oficial, por así decirlo) consistía en transferir un problema, debidamente definido, a este mundo abstracto de la ciencia que, al agregársele a su vez elementos de creciente complejidad, podía acercarse más y más al universo fundado en la experiencia. Así era también, aunque con una exactitud todavía mayor en el proceso de aproximación, el método de Newton.[68]

Galileo sabía muy bien lo engañosos que pueden ser los experimentos y las observaciones, a menos que se interpreten en una matriz teórica adecuada. No obstante, arguyó que este método no abandonaba la realidad del mundo físico, toda vez que para

[66] DRAKE, Stillman: *Galileo against the philosophers,* Zeitlin and Ver Brugge, Los Ángeles, 1976.
[67] *Idem, Galileo's notes on motion,* Instituto e Museo di Storia della Scienza, Florencia, monografía n.3, 1979.
[68] COHEN, I. Bernard: *The Newtonian revolution,* Cambridge U.P., Cambridge, 1980. (La traducción castellana es: *La revolución newtoniana y la transformación de las ideas científicas,* Alianza Editorial, Madrid, 1983).

Galileo el libro de la naturaleza estaba "escrito en lenguaje matemático...siendo las letras triángulos, círculos y otras figuras sin las cuales es humanamente imposible comprender una sola palabra".[69]

Otra idea importante a este respecto es que el Creador había dotado la materia, las plantas y los animales de ciertas propiedades y características inalterables, y las más universales de éstas constituían las leyes de la naturaleza, discernibles por la *ratio* humana. Es obvio que este concepto puede ir asociado a una filosofía mecanicista y que es incompatible con el animismo; tal como dijo Boyle:

Dios estableció esas reglas del movimiento y ese orden entre las cosas corpóreas que denominamos leyes de la naturaleza. [Así] siendo el universo obra de Dios, y establecidas las leyes del movimiento, y todo sostenido por su concurso y su providencia incesante, la filosofía mecanicista enseña que los fenómenos del mundo son producidos físicamente por las propiedades mecánicas de las partes de la materia.[70]

Galileo ofrece una única definición del movimiento igual o uniforme: "Entiendo que el movimiento igual o uniforme es aquel cuyas partes recorridas por el móvil en cualesquiera períodos iguales son iguales unas a otras", y a esto añade cuatro consecuencias o, como dice él, "axiomas".[71] La definición corresponde a un movimiento que sucede en la naturaleza, mas Galileo no dice en qué cuerpos puede hallarse; *de facto*, a juzgar por lo que vemos habitualmente en los escritos de Galileo, parece que él considera el movimiento uniforme natural como algo que sólo tiene lugar en condiciones muy especiales, por no decir imposibles.

Siendo Galileo principalmente (como él señalaba) un filósofo de la naturaleza (o científico teórico), no tenía nada de tosco empírico y, por ende, no se limitaba a buscar más datos, sino que además aspiraba a una comprensión más profunda. Era muy consciente de que los experimentos son un arma de doble filo, un arma que engaña a los que la emplean toscamente, como cuando escribe sobre el "sublime ingenio" de Copérnico, quien

---

[69] GALILEO: *Il saggiatore,* 1623 ; DRAKE, Stillman: *Discoveries and opinions of Galileo,* Doubleday, Nueva York, 1957, pp. 237-238 (*The Assayer).*
[70] BOYLE, Robert: *Of the excellency and grounds of the mechanical hipótesis,* 1674; BIRCH, T.: *Works,* 1772, IV, pp. 67-68 (condensado).
[71] GALILEO: *Two new sciences,* trad. de Stillman Drake, Wisconsin Univeristy Press, Madison, 1974, pp. 147-148.

constantemente seguía afirmando (estando persuadido de ello por la razón) que dichos experimentos sensibles parecían contradecir; pues no puedo dejar de maravillarme de que constantemente persista en decir que Venus gira alrededor del Sol, y que en un momento está más de seis veces más lejos de nosotros que en otro; y también parece ser siempre de igual grandor, aunque debería verse cuarenta veces más grande cuando está más cerca de nosotros que cuando está más alejado.[72]

El simple empirismo, consiguientemente, no podía descubrir la realidad física, a la que solamente era posible vislumbrar mediante la alianza del razonamiento analítico (especialmente de corte matemático), la imaginación científica y la experimentación cautelosa y salvaguardada siempre por la razón.

La "ciencia" iniciada por Galileo y perfeccionada por Newton, dejando a un lado su triunfo práctico o de funcionamiento y empleando instrumentos y materiales para descubrir datos nuevos relativos al mundo natural, nos proporciona un conjunto de teorías en el que las entidades materiales son constructos intelectuales (gases y fluidos perfectos, partículas ideales, espacios vacíos). Los conceptos aplicados a la organización de estos constructos (aceleración, fuerzas en general, gravedad en particular) eran igualmente idealizados. Las descripciones (o teorías) se alcanzan mediante el proceso de análisis, mientras que a las explicaciones se llega por el proceso inverso, esto es, la síntesis. Tal como redactó Newton en un popular pasaje de *Opticks*, siguiendo en este caso al matemático griego Pappo:

Como en las matemáticas, también en la filosofía natural la investigación de las cosas difíciles mediante el método de análisis debería preceder siempre al método de composición (síntesis). Este análisis consiste en hacer experimentos y observaciones, y en sacar de ellos conclusiones generales mediante la inducción...por medio de esta forma de análisis podemos pasar de los compuestos a los ingredientes, y de los movimientos a las fuerzas que los producen; y en general de los efectos a sus causas, y de causas particulares a otras más generales hasta que el argumento termina en lo más general. Este es el método de análisis: y la síntesis consiste en suponer las causas descubiertas y establecidas como principios, y por medio de ellas explicar los fenómenos procedentes de ellos, y probar las explicaciones.[73]

[72] GALILEO: *Dialogue,* ed. de G. de Santillana, Chicago University Press, Chicago, 1953, p. 347.
[73] NEWTON, I.: *Opticks,* reed. Dover, 1952, pp. 404-405.

En consecuencia, para Newton y es un rasgo esencial de su sistema: un concepto descriptivo universal tiene una función explicativa. Para Galileo la generalización descriptiva de que los cuerpos pesados se aceleran uniformemente hacia el centro de la Tierra posee gran valor explicativo (por ejemplo, en relación con los péndulos y los proyectiles) y, no obstante, se abstuvo de modo explícito de tratar de desvelar la causa de esta aceleración: "De momento el propósito de nuestro Autor es meramente investigar y demostrar algunas de las propiedades del movimiento acelerado (sea cual sea la causa de esta aceleración)".[74] Newton, progresando de la cinemática a la dinámica, definiendo la gravedad como una fuerza que funcionaba merced a cierta ley y haciendo de ella una fuerza universal con múltiples y variadas manifestaciones, sigue aún sin descubrir su causa material, si es que la gravedad tiene una causa material. De igual manera, Ch. Darwin, en otra rama del pensamiento, revelerá el amplio poder explicativo del concepto de la evolución biológica, incluso con absoluta ignorancia de los mecanismos fisiológicos que producen las variaciones en las formas específicas, sobre las cuales actúa el proceso evolutivo.

Los primeros años del siglo de la Ilustración, cuando las escuelas británica y continentales del pensamiento discutían en torno a descubrimientos como el del cálculo, fueron un tramo de polémicas filosóficas sobre la propiedad (o no propiedad) de determinados argumentos científicos,[75] cincuenta años antes se había suscitado una discusión análoga y sin relación con ésta cuyos ejes fueron Descartes y Gassendi, discusión que a su vez había seguido a la disputa en torno al copernicanismo. Leibniz está presente en prácticamente todas estas disputas; en su vasta correspondencia discute, argumenta, teoriza sobre todas estas cuestiones científicas.

Para nosotros estos temas se nos antojan estrechamente vinculados, porque Francis Bacon y posteriores autores ingleses (Isaac Newton incluido) los unieron firmemente, empleando el reduccionismo como vínculo. Tal como escribió Newton en la segunda (1713) edición de los *Principia:*

Debido a que las cualidades de los cuerpos sólo nos son conocidas a través de experimentos, debemos proponerlas como generales sólo en la medida en que concurran generalmente con los experimentos...La extensión de los cuerpos nos la dan a conocer sólo los sentidos, que no responden a ella en todos los cuerpos, pero, como

[74] GALILEO: *loc. cit.* (en nota 70), p. 159.
[75] RUPERT HALL, A.: *Philosophers at war,* Cambridge U. P., Cambridge, 1980.

percibimos extensión en todos los cuerpos de los que tenemos sensación, debemos afirmarla de todos. Sabemos por experiencia que muchísimos cuerpos son duros.[...]Que todos los cuerpos son móviles, y que por medio de ciertas fuerzas (que nosotros denominamos las fuerzas de inercia) persisten en el movimiento o en la inmovilidad lo inferimos de estas propiedades en los cuerpos observables. La extensión, la dureza, la impenetrabilidad, la movilidad y la fuerza de inercia de todo cuerpo tienen su origen en la extensión, la dureza, la impenetrabilidad, la movilidad y las fuerzas de inercia de las partículas [componentes] y, por consiguiente, sacamos la conclusión de que las partículas fundamentales de todos los cuerpos son extensas, y duras, e impenetrables, y móviles y dotadas de fuerza de inercia. Y esto es el fundamento de toda la Filosofía.[76]

Lo que París había representado en el s. XIII, lo que Oxford y París juntos habían sido en el s. XIV, lo fue Padua en el s. XV: centros donde ideas provenientes de todo el continente europeo se combinaban para formar un cuerpo organizado y cumulativo de conocimientos. La atención a los problemas de metodología en relación con la medicina, continuando los pasos de Galeno, posibilitó, a criterio de Randall, que a lo largo de unos trescientos años los filósofos paduanos construyeran "una teoría detallada del método científico que los eruditos aristotélicos, que también habían sacado el título de médico, incorporaron en su versión de la naturaleza de la ciencia" y formularon finalmente como "declaración completa en las polémicas lógicas de (Jacopo) Zabarella (1533-1589), en la cual alcanza la forma conocida en Galileo y los científicos del siglo XVII".[77]

Esta tesis parece ingeniosa y atractiva, pero resulta insatisfactoria desde el punto de vista histórico. Difícilmente puede aceptarse la consecuencia que de ella se deriva en el sentido de que Galileo era el único mediador entre la tradición paduana y "los científicos del siglo XVII", mientras que el punto de vista según el cual la tradición paduana no afectó solamente a Galileo y a W. Harvey, sino también a Bacon, a Descartes, a Leibniz, parece igualmente insostenible. Los historiadores siempre han percibido –acertadamente o no– que los avances científicos de Galileo dependían en gran medida de su original método: el argumento del mismo Randall parecería

[76] NEWTON, I.: *Principia,* Londres, 1713, pp. 357-358.
[77] RANDALL, J. H.: "Scientific method in the school of Padua" (1940), en WIENER, P. y NOLAND, A. (eds.).: *Roots of scientific thought,* Basic Books, Nueva York, 1957, pp. 144-146.

minimizar a cero la importancia del método si condujo a Zabarella a una clase de física y a Galileo a otra diferente. El lógico examina cuestiones epistemológicas y metodológicas por sus propios méritos, mientras que para el filósofo de la naturaleza solamente son importantes por el conocimiento de la naturaleza que proporcionan.[78]

Dudo si vale la pena buscar algún "metodólogo" de finales del Renacimiento que ofreciera una clase única de los éxitos posteriores de la ciencia. Presentar a Bacon (1561-1626) sencillamente como el precursor metodológico de la ciencia industrial ha despertado mucho escepticismo en tiempos recientes,[79] entre otras razones porque la descripción de la ciencia cuyo presunto precursor fue Bacon parece, si es que parece algo, más propia del siglo decimonónico que del siglo XVII. La primera acusación que lanzó Bacon contra la filosofía natural al uso fue la de ser excesivamente racional y sintética:

Hay dos maneras, y sólo puede haber dos, de buscar y encontrar la verdad. Una, partiendo del sentido y la razón, alza el vuelo hacia los axiomas más generales, y partiendo de estos principios y su verdad, resueltos de una vez para siempre, inventa y juzga todos los axiomas intermedios. El otro método recoge axiomas a partir del sentido y los detalles, ascendiendo continuamente y por grados de tal modo que al final llega a los axiomas más generales. Esta última es la única verdadera, pero nunca se ha probado hasta ahora.[80]

(Se observa que Bacon, a diferencia de, por ejemplo, Pappo o Newton, contrasta el análisis y la síntesis como métodos alternativos, sin considerarlos complementarios). Se ha argumentado que, por el contrario, la inducción y el método experimental se conocían y practicaban en la ciencia escolástica: "de hecho, la concepción minuciosa de la ciencia natural como una cuestión de experimentos y de matemáticas bien puede considerarse el principal progreso que hicieron los cristianos latinos respecto de los griegos y los árabes".[81] Bacon era un lógico (de aquí el título *Novum organum*: Nuevo

[78] SCHMITT, Ch.: "Experience and experiment: a comparison of Zabarella's view with Galileo's" in *De motu, studies in the Renaissance*, 16, 1969.
[79] FARRINGTON, Benjamín: *Francis Bacon, philosopher of industrial science,* Schuman, Nueva York, 1949 (trad. castellana: *Francis Bacon, filósofo de la revolución industrial,* Ayuso, Madrid, 1971); JONES, R.F.: *Ancients and moderns,* Washington U.P., Saint Louis, 1936; ROSSI, Paolo: *Francis Bacon, from magic to science,* Routledge, Londres, 1968.
[80] BACON, Francis: *Novum organum,* libro 1, p. XIX.
[81] CROMBIE, A. C.: *Augustine to Galileo,* Heinemann, Londres, 1952, p. 217 ; existe traducción castellana : *Historia de la ciencia. De San Agustín a Galileo,* Alianza Editorial, Madrid, 1974.

instrumento) y un racionalista. El único experimento que hizo, según se sabe, fue el que le condujo a la muerte: rellenar una gallina de nieve para ver si conservaba la carne tan bien como lo hacía la sal. De aquí la mofa de W. Harvey: que escribía sobre ciencia como un canciller. Sus propios escritos no metodológicos tales como, por ejemplo, *Sylva sylvarum* y *La historia de los vientos*, eran compilaciones literarias, muy alejadas del *Nullius in verba* (bajo palabra de nadie) que la Royal Society escogería como lema más tarde.[82] Bacon se alejaba mucho de ser un tecnólogo filosófico; si bien es verdad que escribió: "la verdadera y legítima meta de las ciencias no es otra que ésta: que la vida humana esté dotada de nuevos descubrimientos y poder", también lo es que aseveró, con mayor énfasis, que, como

la contemplación misma de la luz es una cosa más excelente y bella que todas sus aplicaciones –también con toda seguridad la contemplación de las cosas como son, sin superstición ni impostura, error ni confusión, es en sí misma más valiosa que todo el fruto de las invenciones... debemos, basándonos en experiencias de toda índole, esforzarnos primero por descubrir las causas y axiomas verdaderos y buscar experimentos de Luz y no experimentos de Fruto.[83]

En efecto, Bacon no opinaba que el método inductivo, verdadero de la ciencia consistiera solamente en recopilar o experimentar "para ver qué pasa". Bacon sabía muy bien que la articulación lógica o cohesión intelectual que hace que un argumento sea hermético proviene del pensamiento y no de la mera enumeración de datos o "ejemplos":

...la inducción que procede por simple enumeración es pueril: sus conclusiones son precarias, y expuestas al peligro de un ejemplo contradictorio...Pero la inducción que es necesaria para el descubrimiento y la demostración de las artes y las ciencias debe analizar la naturaleza por medio de los apropiados rechazos y exclusiones; y luego, después de un número suficiente de negativas, llegar a una conclusión sobre el ejemplo afirmativo, lo cual aún no se ha hecho o siquiera intentado...[84]

[82] Una versión más vernácula sería "Muéstrame", las palabras atribuidas al de Missouri. Sir William Petty propuso una vez bromeando que Tomás el Dubitante fuera el dirigente de la Royal Society.
[83] BACON, F.: *Novum organum,* I, aforismos 81, 129, 70.
[84] *Ibid.,* I, 95, 105.

Por mucho que la acuidad cinética de los aforismos baconianos impresionase a las generaciones venideras, por muy interesante que fuera el papel de Bacon como precursor de la filosofía mecanicista del s. XVII, sigue siendo verdad que su propia historia natural era simple y que su filosofía natural teórica era de un carácter exclusivamente suyo. Bacon opinaba que pisar el camino adecuado para llegar al conocimiento era más importante que tener una gran inteligencia ("es lógico que cuando alguien corre en dirección equivocada, cuanto más activo y rápido sea, más se extraviará") y, por lo tanto, declaró que en su propuesta para el descubrimiento de las ciencias eran pocas las cosas que se dejaban "a la agudeza y la fuerza de los ingenios", más bien todos estaban casi a un mismo nivel.[85] Aquí el método se nos manifiesta como una especie de máquina lógica que solamente necesita que la pongan en funcionamiento asiduamente, idea ésta que, por muy contraria que sea a la experiencia histórica, ha aparecido una y otra vez.

Es posible que, a juicio de muchos, lo que de Bacon tomaron sus sucesores inmediatos fuera, después de todo, bastante fundamental: la idea de la ciencia socialmente relacionada, la justificación de proposiciones a través de la inducción, la importancia del alcance y la precisión experimentales. En los textos de Bacon hay muchos temas que pertenecen a la historia de la filosofía más que a la historia de la ciencia. Aunque los ingleses en especial lo veneraban y se hacían eco de él, los modelos de la labor científica los buscaron en otros. Newton no tenía ni uno solo de los principales escritos de Bacon y aunque su predecesor en la ciencia experimental, Robert Boyle, era un baconiano convencido, raramente aludía a él.[86]

Por lo tanto, si Bacon, como reconocían los enciclopedistas franceses, destacó por ser el primer autor consciente de un programa nuevo para la filosofía, fue Descartes quien, después de él, creó por primera vez un sistema antiescolástico de la naturaleza, una alternativa positiva. Inmerso en este sistema, Descartes se propuso a sí mismo cuatro "reglas de razonamiento" que aplicó en primer lugar a la única rama del conocimiento que juzgaba lógicamente sana, las matemáticas, tratadas de la manera más general combinando las líneas de la geometría con los símbolos del álgebra.[87]

---

[85] *Ibid.,* I, 61.
[86] Newton tenía los *Essays* y las *Opuscula varia posthuma* (1658), que había leído y estudiado.
[87] Las cuatro reglas era: 1/ no aceptar como cierto nada que no lo fuera evidentemente; 2/ analizar los problemas en los elementos más pequeños; 3/ poner en orden sus pensamientos empezando siempre por los objetos más sencillos, moviéndose gradualmente hacia los más complejos; 4/ hacer listas y reseñas completas para estar seguro de no omitir nada.

Descartes tenía tal confianza en su método que, según señaló, los rasgos principales de su filosofía no podían ser de otro modo, cual es el caso de un teorema en matemáticas: "En física [yo] debería considerar que no sabía nada si sólo pudiera explicar cómo podrían ser las cosas, sin demostrar que no podrían ser de otra manera. Pues, habiendo reducido la física a matemáticas, esto es posible".[88]

Aunque Descartes reclama para su ciencia la verdad formal y axiomática de las matemáticas, solamente los dos ensayos físicos que se agregan con la *Geometría* al *Discurso del método*, es decir, *Dióptrica* y *Meteoros*, tienen este carácter, si bien no se presentan en forma proporcional. Para todo estudiante de dióptrica (o sea, de la refracción) de principios del siglo XVII la piedra de toque era la "ley de Snel" (sen *i*/sen $r = k$); Thomas Harriot la sacó primero en 1601 sin revelar nunca la ley; Kepler estuvo a punto de sacarla; luego llegó Willebrod Snel (después de 1621) y finalmente Descartes, que la publicó en su *Dióptrica* (1637). Los tres primeros trabajaron inductivamente, es decir, haciendo experimentos cuidadosos; no se sabe cómo descubrió Descartes la "ley de Snel", mas la presentó como un descubrimiento racional a partir de su teoría de la naturaleza de la luz y así fue aceptada de modo general como justificación de su método.[89]

¿Según Descartes, cuál era la idea elemental de la filosofía? Descartes, en lo que se refiere a la composición física del cosmos, opinaba que debíamos comenzar por los conceptos de la materia, que debe tanto dividirse en partes como ser capaz de movimiento. La idea primaria de la materia es que ocupa espacio; de aquí, argumentó Descartes, que no pueda haber ningún espacio que no esté ocupado por la materia o, lo que es lo mismo, que esté vacío. El universo modelo cartesiano evolucionó con el tiempo hasta lograr el estado en que los planetas son estrellas menores solidificadas, constituyendo un sistema cerrado.[90] Descartes era más universal que "especialistas" como Kepler o Galileo, más convincente que los autores de sistemas universales que rivalizaban con el suyo como, por ejemplo, Kenelm Digby (1603-1665).[91] Además, en

[88] A Mersenne, 11 de marzo de 1640.

[89] Es perfectamente conocido que Descartes utiliza un lenguaje distinto, y de aquí que parezcan modelos divergentes, para explicar la acción física de la luz en la *Dioptrics* y los posteriores *Principia philosophae* (1644): en esta última obra el paso de la luz es instantáneo; en la primera ocupa un intervalo de tiempo. Los comentaristas disciernen en relación con la importancia de esta contradicción.

[90] Descartes enseñaba que, si bien es verdad que Dios había creado el universo tal como es, lo creó como si hubiera evolucionado desde un estado primitivo, esto es, con un pasado consubstancial. Esta idea reapareció geológicamente más adelante.

[91] La principal obra de Digby tiene un título largo: *Two treatises, in one of which, the nature of bodies; in the other, the nature of man's soule, is looked into: in way of discovery, of the immortality of reasonable*

su versión de la filosofía mecanicista, una versión más intransigente, más rigurosa, más enfática que cualquier otra, Descartes parecía un pensador más decisivo, de más proyección, que Bacon o Galileo, o incluso Gassendi, o Thomas Hobbes o cualquier otro teórico general de la naturaleza que fuera contemporáneo suyo. Todos estos espíritus críticos, innovadores, veían en el mecanicismo una apropiada alternativa al mundo renacentista de las cualidades, la magia y el misticismo: en Marin Mersenne (1588-1648), fraile y apologista religioso –ya citado anteriormente– organizador científico, amigo y aliado de Descartes, tenemos un buen ejemplo de una mente que de aborrecer el materialismo pasó a explorar gozosamente el mecanicismo.[92] Descartes era el espíritu conductor.

Es obvio que el progenitor último de la filosofía mecanicista del siglo XVII fue el atomismo griego, que ahora conocemos con mucho detalle por los escritos de Epicuro y su discípulo romano Lucrecio.[93] El temible estigma de ateísmo que tales escritos llevaban consigo tiñó la versión cartesiana y otras versiones de la filosofía mecanicista hasta finales de siglo y sigue resonando en el debate filosófico entre Newton y el propio Leibniz (1710-1716). La pregunta sobre si un universo mecanicista podía ser también un universo divino nunca recibiría una respuesta nítida en los términos de aquella época. A pesar de ello, muchos pensadores devotos consideraban que definir a Dios como el Artífice Trascendente no constituía una derogación de la majestad divina. El atomismo, más puro, más erudito, cruza el pensamiento del siglo XVII paralelamente a las imaginaciones, más libres, de Descartes, Leibniz y otros. Su principal exponente fue Pierre Gassendi (1592-1655), quien, por lo demás, obtuvo cierta celebridad en la astronomía y la física. A partir de 1625 aproximadamente, Gassendi fue el primer filósofo que intentó desarrollar una física absolutamente mecanicista que se basara en Epicuro y rechazara a Aristóteles; en gran parte venía a ser como un rodeo y una ampliación de Lucrecio, con la excepción de que Gassendi era cristiano. Isaac Beeckman, el pensador holandés que influyó en el joven Descartes, observó que las tres variables, tamaño, forma y movimiento, debían tenerse en cuenta en una teoría de las partículas.[94] Aunque en Galileo ya se halla la popular distinción entre cualidades

---

soules, París, 1644. En 1644 ni las obras de Galileo ni las de Descartes habían alcanzado gran difusión, especialmente entre los ingleses.

[92] LENOBLE, R.: *Mersenne, ou la naissance du mécanisme,* París, 1943.

[93] En 1600 ya se habían hecho unas treinta impresiones de *De natura rerum,* publicada por vez primera en 1473.

[94] *Journal tenu par Isaac Beeckman de 1604 à 1634,* ed. de C. de Waard, La Haya, 1939-1945, I, 216 (1618).

primarias y secundarias asociadas inmortalmente con J. Locke, así como otros muchos datos que la auxilian, para él, al igual que para Bacon, la filosofía mecanicista tenía una importancia relativamente menor en el conjunto de las reformas del conocimiento; para el primero, era menos importante que las matemáticas; para el otro, menos esencial que la inducción. Si bien ninguno ponía en tela de juicio que las cualidades aristotélicas debían sustituirse por mecanismos particulados, ninguno era un atomista estricto; de hecho, Bacon escribió que el método apropiado para descubrir la "forma o verdadera diferencia de una naturaleza dada, o la naturaleza a la cual la naturaleza se debe, o la fuente de la que emana", no conduciría a átomos, lo cual da por sentado el vacío, y la inmutabilidad de la materia (ninguna de las dos hipótesis es correcta), sino a las partículas reales como descubrimos que son.[95] Muchos filósofos encontraban repugnante e incomprensible el concepto del vacío. Hasta finalizar el siglo no encabezaría Newton el retorno a un atomismo epicúreo muy modificado; en su juventud había influido en él la *Physiologia* (1654) del más importante de los atomistas británicos de mediados de siglo, el médico Walter Charleton (1620-1707), y en términos de física esencial el concepto del "éter" le había causado tantas dificultades como el del espacio vacío.[96] Leibniz tomará esta fisiología de Charleton también de referencia en sus pensamientos biológicos.

Los físicos cartesianos trataban de explicar todos los fenómenos físicos que eran conocidos en la segunda mitad del siglo XVII, teorizando sobre los distintos movimientos de las tres especies de materia. Poseían a su favor algunos descubrimientos destacados hechos en aquella época: por ejemplo, que la elevación del agua en las bombas y otros efectos análogos no se debían al *horror vacui* o a la atracción, sino simplemente a la presión mecánica de la atmósfera. Además explicaban mecánicamente la gravitación como resultado de la presión y hacían extensivas sus ideas corpusculares a las reacciones químicas. Tal como exponían Descartes y sus sucesores esta "filosofía mecanicista" era ilustrada por muchos experimentos cualitativos; pero difícilmente podían decirse que éstos fueran la prueba del sistema cartesiano, que, además, siempre siguió siendo enteramente no matemático.[97]

---

[95] BACON, F: *Novum organum,* libro II, aforismos 1 y 8.

[96] Charleton parafraseó el contenido de las *Animadversiones* de Gassendi, de 1649, la primera exposición íntegra de su física atomista. Charleton escribió también sobre Stonehenge como estructura danesa.

[97] CLARKE, J. (trad.): *Rohault's system of natural philosophy illustrated with Dr. Samuel Clarke's notes mostly out of Sir Isaac Newton's philosophy,* Londres, 1723, I, pp. 115-117, 156, 201 ss.; II, p. 166; I, p. 203; II, 169. Jacques Rohault (1620-1672) era el principal exponente de la física cartesiana en aquella época y su *Traité de physique* se había publicado por primera vez en 1671 –en tiempos de Leibniz–. La

El gran neocartesiano Christiaan Huygens (1629-1695), coetáneo de Leibniz, durante mucho tiempo fue uno de los principales intelectuales de la vida francesa, además de base de la Real Academia Francesa de las Ciencias. Calificó los *Principia philosophiae* de "un beau roman de physique". *De facto*, la idea cartesiana de la *Physis* y del hombre como máquinas iba a recibir escasa confirmación experimental. La claridad y la distinción de las ideas, por muy racionalmente impecables que fueran, demostraron no tener nada que ver con la cuestión de la verdad contingente. Descartes era sumamente consciente de la importancia que en cualquier labor investigadora tenía la imaginación científica, facultad de la que él estaba tan bien dotado que apenas se percataba de sus acotaciones cuando era controlada por la razón sola, sin experimentación precavida. Francis Bacon había reconocido que la imaginación o intuición podía superar las obstrucciones; Galileo también admitía que en las ciencias demostrativas era posible conocer una conclusión antes de poder probarla:

Tampoco necesitáis poner en duda que Pitágoras, mucho antes de encontrar la demostración por la que ofreció la hecatombe, estaba seguro de que el cuadrado del lado subtendiendo el ángulo recto en un triángulo rectángulo era igual al cuadrado de los otros dos lados: y la certeza de la conclusión ayudó no poco a investigar la demostración...[98]

Se ve cómo Descartes aprecia de manera más manifiesta la función de la imaginación dirigida, aprovechando el problema de que se trate, al formular hipótesis que deban ponerse a prueba por medio de experimentos u otros procedimientos:

...el poder de la naturaleza es tan amplio y vasto... que apenas he observado un solo efecto particular que en el acto no pueda reconocer como capaz de ser deducido de muchas formas distintas partiendo de principios, y que mi mayor dificultad suele ser descubrir de cuál de estas maneras el efecto depende de ellas; pues de esta dificultad no puedo de otra forma librarme que buscando de nuevo ciertos experimentos, que

falacia irreflexiva del argumento contrario a la atracción –como si las fuerzas compresiva y tensil fueran idénticas– es muy típico.

[98] GALILEO: *Dialogue* (nota 71), p. 60.

pueden ser de tal manera que su resultado no sea el mismo si es de una de estas maneras como debemos explicarlo, como sería si hubiera que explicarlo de otra.[99]

Aquí no se propone el experimento para descubrir lo desconocido, como hace Bacon, ni para confirmar lo conocido, como hace Galileo, sino como medio de abolir todos menos uno de los mecanismos que la imaginación sugiere para explicar un fenómeno determinado. Y tal como manifestó muy bien Descartes, la imaginación es dirigida pues se la remite a determinados principios conocidos (o constructos) y, además, porque los mecanismos sugeridos deben, en primer lugar, ser susceptibles de verificación deductiva, toda vez que la ciencia no permite conjeturas inútiles.

El método científico del siglo XVII no puede atribuirse a un solo origen. No lo desarrolló lógicamente un solo filósofo y tampoco fue ejemplificado por completo en una sola investigación. Hasta es dudoso que hubiera algún procedimiento tan consciente y definido que sea posible describirlo fuera del contexto de ideas con el que estaba relacionado. La actitud de los científicos del siglo XVII ante la naturaleza (especialmente su tendencia casi uniforme a la filosofía mecanicista) no formaba estrictamente parte de su método científico; pero, ¿puede analizarse de alguna forma salvo en relación con la idea de la naturaleza? Quizá donde con mayor eficacia se revela este hecho sea en las ciencias biológicas precisamente, en las que el siglo XVII fue testigo de un cambio progresivo del contenido de las investigaciones sin el acompañamiento de análisis conscientes de los métodos que debían utilizarse. No había aquí ningún paralelismo con la crítica de los métodos de Aristóteles y los escolásticos en la física, aunque, por supuesto, el descuido de las ciencias descriptivas en la Edad Media solía ser objeto de comentarios adversos.

En suma, el enfoque científico de los problemas debe ser el total de sus numerosos aspectos (experimentación, análisis matemático y conceptual, precisión cuantitativa, etc.) variando según la naturaleza del problema; y en el siglo XVII esto se sacaba de muchas y variadas fuentes. Su implícita ejecución en la *praxis* era más importante que su formulación explícita, con el resultado un tanto curioso de que el método científico, amoldándose a las necesidades de los científicos en ejercicio y vindicado por los resultados más que por un rigor lógico preconcebido, ha seguido teniendo algo de enigma para los filósofos de Berkeley en adelante.

[99] *Discourse on method,* Part. VI.

2.2. **La ciencia del s. XVII: organización y fines.**

Durante aproximadamente el último cuarto del siglo XVII, período al que podría calificarse de "época del consenso cartesiano" –durante la cual el fenómeno de carácter general más interesante fue el neocartesianismo experimental y matemático representado por Huygens, Leibniz y Malebranche–, no hubo ningún profundo problema de principios que dividiera a los intelectuales, como, por ejemplo, la cuestión copernicana los había dividido antes y la filosofía newtoniana lo haría después. Consecuentemente, en la segunda mitad del s. XVII el cometido de la sociedad científica cambió de forma considerable. Convertida ya en una institución absolutamente profesional, sirvió como foco para debatir obras más que ideas. Su finalidad era cultivar las ciencias más que promocionar una "nueva filosofía". Lo que necesitaba el movimiento científico eran medios: edificios, aparatos, dinero para el mantenimiento científico de la investigación y métodos para intercambiar sus resultados. En resumen, la tarea de una sociedad científica consistía menos en afianzar la revolución científica que en mantener su *momentum* y cosechar los resultados. Era muy obvio ya que, por mucho que la sociedad científica ayudase y alentara al científico, las verdaderas innovaciones –en ideas o métodos– tenían que salir de individuos. El gran ascendiente de Boyle, Helmont o Malpighi lo demuestra; Newton lo subrayaría con vigor. La Royal Society se volvió rápidamente individualista. La reforma de la Academia Francesa de las Ciencias en 1699 reconoció de forma oficial la limitación de los trabajos emprendidos comúnmente y ordenó que cada académico escogiera un tema de estudio concreto de tal manera que los informes que sobre él hiciera iluminaran a toda la agrupación.[100] Del concepto de instituto de investigación apenas volvería a hablarse hasta la Revolución Francesa.

Mientras tanto, Alemania retrasaba un tanto su aparición en escena. Por no citar a Kepler, que no tuvo ningún sucesor exitoso en la Europa central, ni a numerosos y destacados químicos como Johann Rudolph Glauber (1604-1670). Alemania contribuyó al desarrollo de la ciencia experimental con figuras como el alcalde intelectual de Magdeburg, Otto von Guericke (1602-1686), Caspar Schott (1608-1666) e incluso el muy prolífico Athanasius Kircher (1602-1680). La división territorial alemana, el atraso de sus condiciones sociales y económicas y la guerra de los Treinta Años redujeron la

[100] HAHN, Roger: *The anatomy of a scientific institution: the Paris Academy of Sciences,* 1666-1803, University of California Press, Berkeley, 1971, p. 30.

eficacia de sus escuelas y universidades, que eran numerosas y sobresalientes. La primera sociedad que se fundó en Alemania fue la Academia de los Investigadores de la Naturaleza (*Academia Naturae Curiosorum*), cuya descendiente aún hoy existe; oficialmente, la academia nació en 1652, mas en realidad comenzó a desarrollarse a partir de 1661 gracias a los esfuerzos de Philipp Jacob Sachs von Lewenheimb (1627-1672) médico de Breslau (Wroclaw). Se trataba de una sociedad de médicos cuya única función verdadera consistía en publicar las colaboraciones de sus integrantes en un volumen anual, la *Miscellanea curiosa*; los artículos eran más que nada descripciones de experiencias curiosas vividas en el ejercicio de la medicina o curiosidades naturales, con todo había también reseñas de libros y algunos trabajos de proyección más amplia. Si esta empresa "difícilmente merece que se la clasifique como sociedad culta" –aunque *Miscellanea curiosa* gozó de cierta reputación (baconiana) en su momento y la academia fue adoptada por el emperador en 1677–, entonces el otro grupo alemán del siglo XVII, el *Collegium Curiosum sive Experimentale* de Altdorf, cuyo modelo era la Academia del Cimento, no era otra cosa que el club privado que ya existía en Italia mucho antes.[101] A pesar de todo, llevó a cabo una serie de experimentos físicos típicos de la época y publicó la correspondiente descripción de los mismos.

En Alemania la creación de una academia nacional al estilo de la francesa fue obra de un solo hombre, el filósofo y matemático que nos ocupa, Gottfried Wilhelm Leibniz (1646-1716). Durante muchos años Leibniz había servido al pequeño estado de Hannover, mas hacia finales de siglo halló un mecenas para su viejo proyecto en el elector (después monarca) de Brandenburgo-Prusia, Federico I. La Academia de Berlín fue creada en 1700. La ciudad estaba muy alejada de los principales centros del saber de Alemania –su universidad no fue fundada hasta transcurrido más de un siglo– y ciertamente no existía en ella ningún grupo de aficionados, virtuosos o curiosos científicos capaz de darle a la academia una existencia espontánea; la institución berlinesa debería gran parte de su fuerza al talento importado (algunos integrantes, como el mismo Leibniz eran alemanes de otros estados). Leibniz deseaba desde hacía mucho tiempo promover los intereses de su nación y elevar sus niveles tecnológicos fomentando la lengua vernácula –hasta entonces y durante mucho tiempo después, el latín o el francés eran las lenguas cultas y finas de Alemania– y la reforma de la educación hacia asignaturas prácticas. A criterio de Leibniz, para lograr tales fines lo

[101] ORNSTEIN, M.: *The role of scientific societies in the 17th century,* University of Chicago Press, Chicago, 1913 (1938), p. 175.

primero que se necesitaba era una academia nacional que se ocupara de las aplicaciones prácticas así como de las ciencias puras. Mientras que anteriores exponentes de la utilidad del descubrimiento científico aspiraban más bien a variar todo el equilibrio entre el hombre y la naturaleza para el bien universal, y mejorar así la condición de toda la humanidad, Leibniz, en sus argumentos favorables a la nueva academia, tenía los ojos puestos en un objetivo que Bacon había considerado menos noble: la exaltación de una nación en comparación con las otras.

En la opinión de Leibniz, en otro tiempo Alemania había disfrutado de preeminencia en las artes útiles, especialmente la minería y la química, mas también en la relojería, la ingeniería hidráulica, la orfebrería, la tornería, la forjadura, etc. La astronomía la restauraron los alemanes, mientras que los "Nieder-Deutschen" (holandeses) habían inventado el telescopio y dominado la navegación. La única forma de paliar el deterioro subsiguiente consistía en el generoso fomento de la ciencia, que Leibniz mezclaba con la imposición de una política económica estrictamente mercantilista que permitiría que el estado llegara a ser autosuficiente. Como dijo en una carta al príncipe Eugenio, comentando la academia científica que se proponía para Viena:

Con el fin de perfeccionar las artes (prácticas), las manufacturas, la agricultura, las dos clases de arquitectura (civil y militar), la descripción topográfica de los países, y la minería, y también para proporcionar trabajo a los pobres, dar aliento a los inventores y empresarios, y finalmente para todo lo que tenga que ver con la economía o la mecánica del estado civil y militar, se requieren observatorios, laboratorios, jardines de hierbas, colecciones de fieras, vitrinas de rarezas naturales y ficticias, y una historia físico-médica para cada año basada en los informes y las observaciones que los médicos asalariados estarían en la obligación de facilitar.[102]

Aunque se perciba cierta ingenuidad en su elección de medios y funciones, Leibniz, historiador, matemático, filósofo, diplomático y consejero confidencial de príncipes, en su doble devoción a la ciencia y a Alemania veía la academia científica como instrumento necesario del estado moderno, un instrumento que permitiría a la ciencia interpretar su papel en la política social y económica. Leibniz tenía poca

[102] CAREIL, Foucher de: *Œuvres de Leibnitz,* París, 1859-1875, VII, p. 317.

paciencia con aquellos que "consideran las ciencias no como algo muy importante para el bienestar humano, sino como una diversión o un juego" y criticaba a la Academia Francesa de las Ciencias por esta razón.[103] La ciencia como factor de la creación del prestigio nacional, su papel en la guerra y en la rivalidad comercial entre los estados, era apreciada en Inglaterra y Francia además de en Alemania; pero nadie que pudiera alardear de un alto rango como filósofo y científico anunció más nítidamente que Leibniz la importancia de la organización científica a los recelosos estadistas.

Se ve, entonces, que se buscó la mitigación de los obstáculos al progreso científico convirtiendo la apelación de Bacon a los intereses de la humanidad en una apelación a los intereses del estado, dirigido a un monarca o a un gran ministro. Una perspectiva totalmente diferente, en sociedades muy diferentes de la prusiana, consistía en hacer todo lo posible por desperezar el entusiasmo y el apoyo del público a través de una apelación directa, empleando una técnica relativamente nueva como era la publicación semanal o mensual. Tal vez sea natural el hecho de que donde más triunfo tuvo esta técnica fuera en Gran Bretaña, la sociedad más abierta, en asociación con la Royal Society. Es verdad que los franceses fueron los primeros en este campo con el *Journal des Sçavans* (enero de 1665), con todo esta publicación jamás fue una revista específicamente científica, ya que se ocupaba de todos los campos del saber. Su principal y útil propósito consistía en resumir los nuevos libros. Daba cuenta con bastante regularidad de las actas de la Academia de Ciencias y publicaba algunos trabajos presentados por los académicos, así como extractos de las *Philosophical Transactions*, de Henry Oldenburg, editadas en Londres. Bajo la dirección de su fundador, Denis de Sallo, el *Journal des Sçavans* apareció sólo durante tres meses sin el beneficio de una real licencia:

Eruditas sin pedantería ni jerigonza, ingeniosas de vez en cuando, incluso levemente maliciosas cuando la ocasión lo justificaba, alusivas y derivadas del saber y la ciencia del día, las reseñas que llenan las páginas de estos (13) folletos semanales todavía son dignas de leerse cuando uno trata de captar el temperamento y el clima de la época.[104]

[103] A Tschirnhaus, enero de 1694 (C. I. Gerhardt, *Math. Schriften,* en *Ges. Werke* hrsg. von G. H. Pertz, IV, p. 519).
[104] BROWN, Harcourt: *Science and the human comedy,* University of Toronto Press, Toronto, 1976, p. 83.

De Sallo era un autor libre de fanatismo, lo cual le condujo a herir la sensibilidad del clero; desde marzo de 1665 hasta principios de 1666 el *Journal des Sçavans* estuvo prohibido; reapareció, mucho más aburrido, bajo la dirección del *abbé* Jean Gallois.

Al desaparecer el *Journal des Sçavans* original, surgieron las *Philosophical Transactions*, inspiradas sin duda alguna por el modelo galo, puesto que desde hacía algún tiempo Oldenburg pensaba en la posibilidad de enviar una hoja informativa científica a los colaboradores, apoyándose en su voluminosa correspondencia, en los textos que recibía del extranjero y en las actas de la Royal Society. En su lugar adoptó el modelo francés de una publicación mensual cuyo objetivo era tener a los "virtuosos" y "curiosos" informados de lo que ocurría en Londres y en otros centros principales, mas limitada a los temas matemáticos y científicos. La revista se editaría para el bien público, mas Oldenburg, su propietario y director, la veía también como un medio de obtener beneficios extras y muy necesarios de sus trabajos por cuenta de la Royal Society: las *Philosophical Transactions* no pasarían a ser el órgano oficial de la institución hasta casi un siglo más tarde, ni tampoco se quería publicar exclusivamente en ellas las actas de la Royal Society.

Tanto extranjeros ilusionados como colegas de la misma Inglaterra comenzaron a escribir a Oldenburg con la intención concreta de ver sus cartas publicadas en las *Transactions*. El más distinguido y prolijo de los extranjeros fue el microscopista holandés Antoni van Leeuwenhoek (1632-1723), que no conocía otra lengua que la suya; por suerte Oldenburg, que hablaba varias lenguas, podía traducir sus cartas para publicarlas en inglés o en latín. El ejemplo afortunado de Londres y París pronto fue emulado en otros sitios; en Roma por los *Giornale dei Letterati* (que tomaba mucho prestado de sus dos predecesores y a veces se ponía directamente en contacto con Oldenburg); en Leipzig, mucho más tarde, por las *Acta Eruditorum* (1682), de las cuales Leibniz era cofundador. Las *Acta* eran muy parecidas al *Journal des Sçavans* por su amplia gama de temas y por publicar reseñas de libros, a la vez que, como las *Transactions*, publicaba artículos, de los que los de matemáticas eran de primera importancia pues provenían de la escuela matemática del mismo Leibniz. Podríamos además citar *Nouvelles de la République des Lettres* (1684), de Pierre Bayle, como una de las revistas más influyentes de todos los tiempos, y las *Mémoires de Trévoux* (1706), como ejemplo de publicación conservadora, pues la producían los jesuitas y durante mucho tiempo encabezó la oposición al newtonianismo en Francia.

Aunque la revista fue de extrema importancia para la conservación de la buena salud del movimiento científico a partir del siglo XVII, el libro siguió siendo el vehículo que brindaba mayor repercusión a los trabajos nuevos, desde los *Principia* (1687) y la *Opticks* (1704), de Newton, pasando por *Traité elementaire de chimie* (1789), de Lavoisier, hasta *El origen de las especies* (1859), de Charles Darwin, e incluso más allá.

2.3. **Influencias técnicas.**

El renacimiento de la ciencia en el siglo XVI y las ideas estratégicas de la primera fase de la revolución científica debieron poco a las mejoras de la técnica de investigación propiamente dicha. Antes de principios del siglo XVII hay escasos testimonios, salvo quizá en la anatomía y la astronomía, de que se hicieran esfuerzos por controlar rigurosamente la corrección de las exposiciones científicas a través del empleo de nuevos procedimientos, y aún menos por ampliar su alcance con ayuda de técnicas que la tradición científica desconocía.

En este sentido, al igual que en otros, la obra de Galileo nos da un útil indicio de un punto decisivo al mostrar de varias formas el funcionamiento de nuevos factores, tanto técnicos como conceptuales, del desarrollo de la ciencia. Los avances conceptuales de Galileo fueron de la mayor importancia y suponen una metafísica nueva en vez de la total ausencia de metafísica, mas Galileo también admiraba los logros técnicos de su época y era consciente de los problemas científicos que los mismos planteaban.

Ya hemos indicado que el ideal de progreso social era también habitual entre los científicos del siglo XVII y que la consecución de dicho ideal iba asociada, con más o menos éxito, a la aplicación del conocimiento científico a la tecnología. Al contrario, es claro que la investigación científica misma depende del nivel de pericia técnica, especialmente cuando los medios económicos o la organización de la ciencia obligan al experimentador a fiar en la pericia adquirida por el artesano en el ejercicio normal de su oficio, como acontecía antes del s. XIX.

La publicación de "libros de máquinas" era una tradición de la Europa continental sin paralelo en Gran Bretaña.[105] La Academia de las Ciencias de París, quizá

[105] V. KELLER, A. G.: *Theatre of machines,* Chapman and Hall, Londres, 1964, y GNUDI, M. T. (trad.): *The various and ingenious machines of...Ramelli* (1588), Johns Hopkins University Press, Baltimore, 1976.

no del todo por voluntad propia, se interesó mucho más que la Royal Society por la construcción de maquinaria. Sin embargo, en diversos momentos las cuestiones relativas a la construcción de buques y a la navegación preocuparon a muchos países. Galileo perfeccionó sus observaciones de los satélites de Júpiter hasta alcanzar un grado muy alto de precisión, teniendo parcialmente en cuenta la utilidad de sus apariciones y desapariciones, si podían predecirse correctamente para tiempos futuros, a guisa de reloj celeste que sirviera para determinar la longitud en el mar.[106] Proyectó una silla de observación que se emplearía a bordo y entabló imparcialmente debates con los gobiernos de España y los Países Bajos. Más adelante, Christian Huygens prosiguió con energía la búsqueda de la longitud, utilizando para ello el reloj mecánico: sus principios eran perfectamente correctos con la excepción de que optó por hacer caso omiso del problema de la compensación de la temperatura, sobre el cual, de hecho, le llamó la atención sir Robert Moray, mas sus relojeros no tenían un nivel de destreza suficientemente elevado.[107] Otro que abordó el mismo problema fue Robert Hooke, el versátil filósofo y experimentador que, a diferencia de Huygens nunca llegó a producir un cronómetro para pruebas marítimas,[108] también Leibniz publicó un proyecto para este fin. La navegación y el problema de la longitud se contaban entre los incentivos más poderosos para la fundación de observatorios nacionales en Francia e Inglaterra; Cassini prosiguió el estudio intensivo de Júpiter y sus satélites iniciado por Galileo, a la vez que tanto él como Flamsteed en Greenwich intentaban trazar y resolver los movimientos lunares, ya que la Luna era un cronómetro potencial aún más obvio. La medición precisa de las ocultaciones de los satélites del planeta posibilitó a Ole Roemer descubrir en 1676 la velocidad finita de la luz, detectable cuando la línea de visión a Júpiter cruza o no cruza el diámetro de la órbita de la Tierra.[109]

Tanto la construcción de navíos como el navegar en ellos parecían cuestiones que podían analizarse aplicando los principios de la mecánica. Es posible que el navegante, por ejemplo, cuando el viento le es contrario tenga que responder a la siguiente pregunta: ¿debería navegar siempre ciñendo el viento tanto como sea posible y así, punteando, acortar la distancia tanto como pueda, o, por el contrario, debería optar por incrementar las millas por recorrer y la velocidad navegando con un ángulo de

[106] DRAKE, Stillman: *Galileo at work,* University of Chicago Press, Chicago y Londres, 1978, pp. 193-194.
[107] MAHONEY, M. en BOS, J.M. y otros (eds.): *Studies on Christian Huygens,* Swets and Zeitlinger, Lisse, 1980, pp. 234-270.
[108] HALL, A. R. en *Studia Copernica,* 16 (1978), pp. 261-281.
[109] TATON, René (ed.).: *Roemer et la vitesse de la lumière,* Vrin, París, 1978.

mayor desviación respecto a la dirección del viento? Esta cuestión la trató primeramente, como problema mecánico, el jesuita francés Ignace Pardies (1636-1673) –que mantuvo una ardua disputa sobre óptica con Newton–;[110] después siguieron Huygens y los múltiples matemáticos excelentes que hubo en el siglo XVIII, incluyendo a Johann Bernoulli, Pierre Bouguer y Leonhard Euler. Huygens hizo algunos estudios sobre la resistencia, Newton publicó en los *Principia* la primera proposición geométrica relativa a la forma ideal que debían tener las amuras de un buque, mientras que Johann Bernoulli fue el primero en investigar la estabilidad. Antes de que el siglo tocara su fin también se sugirió que experimentar con modelos podía resultar útil para perfeccionar el diseño de los barcos.[111]

Otro campo de actividad para los matemáticos era la balística. Huygens y Newton, éste en sus *Principia*, hicieron (en privado) estudios analíticos del efecto de la resistencia del aire en el movimiento; ni uno ni otro dio de forma general la curva para un caso realista. Esto lo hizo Johann Bernoulli en 1719. Ninguno de estos complejos análisis matemáticos revestía el menor interés para los artilleros prácticos, pues no eran más que un campo de entrenamiento para la pericia en el cálculo; la sencilla teoría parabólica proporcionaría cuando menos una guía aproximada del comportamiento de las bombas de mortero, que se movían con lentitud.[112]

Decir que los pensadores y los matemáticos investigaron una serie bastante vasta de cuestiones que, cuando menos, parecían pertinentes al extenso mundo de los barcos, las coles y el lacre no significa lo mismo que argumentar que esto fuese lo *único* que hacían o sobre lo que escribían. Una proporción muy grande de los escritos correspondientes a las ciencias matemáticas, experimentales y médicas era sumamente didáctica: transmitía instrucciones sobre datos y técnicas, no sobre la manera de resolver problemas. Robert K. Merton, hace años escogió cuatro años del siglo XVII e hizo una tabulación, en términos de "ciencia pura" y de "ciencia relacionada con necesidades socioeconómicas", de los temas planteados o tratados en las reuniones de la Royal Society: su conclusión fue que sólo alrededor del 41 por ciento entraban en la categoría de "ciencia pura", mientras que el 59 por ciento era útiles (potencialmente) de un modo u otro.[113] Lo que se decía en las reuniones de la Royal Society no es más que un

[110] ZIGGELAAR, A.: *Le physicien I. G. Pardies,* Odense University Press, Odense, 1971, pp. 137-138.
[111] V. HALL, A. R.: "Architectura navalis" en *Transactions of the Newcomen Society,* 51 (1979-1980).
[112] HALL, A. R.: *Ballistics in the seventeenth century,* Cambridge U. P., Cambridge, 1952.
[113] MERTON, Robert K.: "Science, technology and society in seventeenth-century England", *Osiris,* IV (1938), Nueva York, 1970, tabla 13, p. 204.

barómetro de la presión de la ciencia sobre la sociedad, un barómetro que no es por fuerza completamente fiel o apto para juzgar, toda vez que depende de la apreciación subjetiva del evaluar. Tampoco ha de darse mucho mérito, cualitativamente, a una afirmación tan retórica como ésta de Hooke "(los miembros de la Royal Society) no rechazan totalmente los experimentos de simple luz y teoría; mas apuntan principalmente a aquellos cuyas aplicaciones mejorarán y facilitarán el actual estado de las Artes Manuales".[114]

Por otra parte, en lo que se refiere a los dos instrumentos cualitativos que tan destacadamente abrieron nuevos y grandes campos de actividad, el telescopio y el microscopio, es obvio que las limitaciones técnicas pronto revistieron gravedad y que su naturaleza era bien entendida. Ambos instrumentos eran muy rudimentarios al principio.[115] Hasta el año 1640 aproximadamente los sistemas de lentes convexas no empezaron a sustituir gradualmente la combinación cóncava-convexa (el llamado "sistema galileano"), pues fue en ese año cuando empezaron a entenderse mejor las reglas para calcular las distancias y aberturas focales apropiadas. La ciencia, por ende, se encontró en una situación prometedora a comienzos del siglo XIX, puesto que podía recabar los servicios de un oficio especializado, hábil y progresista, y se daba cuenta más que nunca de que dependía de su equipo material. En casi todos su aspectos, el progreso de la ciencia iría asociado al de algún instrumento o al de diversas técnicas de laboratorio.

2.4. **Naturaleza y medida.**

La cuestión de si nuestro conocimiento del cosmos puede o no "matematizarse" (empleando la palabra de Alexandre Koyré) es metafísica; una cuestión afín, más cercana a nuestra propia época, podría ser la que sigue: ¿Hay en los procesos vivos algo que no sea explicable por medio de las leyes de la física y de la química? La imagen matemática del cosmos no responde a las preguntas que formulaban los pensadores no matemáticos y viceversa. Esto resulta muy nítido en el caso de Galileo, que fue el fundador de la filosofía matemática de la naturaleza. Ahora bien, pedirle a un filósofo que creyera al universo capaz de matematización era pedirle que plantease nuevas

[114] HOOKE, Robert: *Micrographia,* Londres, 1665, Prefacio.
[115] La progresión en 1608 del telescopio o catalejo holandés (o galileano) a partir de los intentos de mejorar la visión defectuosa mediante combinaciones de lentes la ha estudiado muy bien: VAN HELDEN, A.: *Trans. Amer. Phil. Soc.,* 67 (1977).

cuestiones, aceptase nuevas respuestas y abandonase los antiguos problemas porque habían perdido interés y tal vez no tenían absolutamente ningún sentido.

Por consiguiente, podemos afrontar de dos modos los problemas históricos que supuso la creación de una física matemática durante el s. XVII, pues esto es lo que suponía la matematización del cosmos: podemos considerar los cambios de las posturas ontológicas o la evolución operacional de nuevos segmentos del conocimiento, a los que solamente el método matemático podía dar existencia. El primero de los dos modos es el que ha recomendado y adoptado E. A. Burtt:

Debemos comprender el contraste esencial entre la visión moderna del mundo y la del pensamiento previo, y utilizar ese contraste claramente concebido como clave que nos permita escoger, para su crítica y valoración a la luz de su evolución histórica, cada una de las presuposiciones significativas modernas.[116]

Koyré, en muchos de sus textos, sobre todo en *Del mundo cerrado al universo infinito* (1957), ha tratado problemas semejantes. Galileo no dijo que los filósofos pudieran interpretar los datos *como si* el universo fuera matemático o cualitativo; todo lo contrario, nos asegura, como también hace Kepler, que las relaciones y cantidades matemáticas son en realidad parte de la naturaleza misma. El pensador cree acertadamente que los sucesos que tienen lugar en la *physis* siguen una pauta lógica: pero se trata de la lógica del número.

Antes del siglo decimonónico solamente unas cuantas ramas de la ciencia podían usar las matemáticas de una forma interesante: principalmente, las diversas ramas de la mecánica, la óptica y la astronomía. Eran más habituales, desde luego, las aplicaciones sencillas de las matemáticas, por ejemplo, el uso de proporciones en la teoría musical, que en dicho siglo se estaba extendiendo en su parte experimental y se convertiría en la ciencia de la acústica. En lo que respecta a la mecánica y la astronomía, cabe decir que los grandes logros que caracterizaron a la revolución científica hubieran sido imposibles sin el ingente avance que tuvo lugar en las matemáticas puras y que, en cierta medida, fue inspirada por la comprensión de su carácter. Casi todos los grandes matemáticos de los siglos XVI y XVII, de Tartaglia y Stevin a Cavalieri, Descartes, Newton y Leibniz, se interesaron, al menos en parte, por las ciencias físicas.

[116] BURTT, E. A.: *The metaphysical foundations of modern physical science,* Routledge, Londres, 1949 (1924), p. 16.

El progreso que hicieron las matemáticas en el siglo XVII puede reflejarse fácilmente si se tiene en cuenta que alrededor de 1600 su forma resultaba aún apenas inteligible para los hombres modernos.[117] *De facto*, la escritura de los números arábigos al modo moderno estaba casi estabilizada, mas seguían empleándose los números romanos, especialmente en contabilidad. El empleo de los símbolos modernos para operaciones simples como multiplicar, dividir, sumar, etc., no se normalizó hasta la segunda mitad del siglo XVII.

No pretendemos trazar siquiera las líneas generales de la evolución de las matemáticas puras en el siglo XVII, pero sí mínimamente llamar la atención sobre la existencia de dos líneas destacadas de actividad. La primera, que, es de sobre conocida, estaba ligada a la *Geometrie* (1637) de Descartes, y representa lo que se conoce por "geometría analítica", es decir, la identificación de cantidades en una figura geométrica (que representaba el problema que había que resolver) con cantidades algebraicas a partir de las cuales se pueda formar una ecuación. O, como dice el mismo Descartes,

si se desea resolver algún problema, primero se considera como resuelto, etiquetando todas las líneas que parecen necesarias para su construcción, tanto las que son conocidas como las que son desconocidas. Luego, sin hacer ninguna distinción entre las líneas conocidas y las desconocidas, uno debe exponer el problema siguiendo el orden que entre todos los demás muestre con mayor naturalidad cómo las líneas están mutuamente relacionadas unas con otras, hasta que se haya encontrado un medio de expresar una cantidad de dos maneras diferentes, a la cual se llama ecuación porque los términos de una de estas dos expresiones son iguales a los de la otra.[118]

La segunda línea de actividad fue la invención de las cantidades infinitesimales. En este caso el punto decisivo fue la publicación por Bonaventura Cavalieri (1598-1647) de su *Geometria* (1635), obra surgida del impulso a crear nuevamente el método de descubrimiento utilizado por Arquímedes y, por primera vez, una sistematización del método de los indivisibles.[119] El más conocido de sus seguidores fue John Wallis (1616-1703), profesor en Oxford durante mucho tiempo, cuya *Arithmetica infinitorum* (1656)

[117] Véase WHITESIDE, D. T.: "Patterns of mathematical thought in the later seventeenth century", en *Archive for History of Exact Sciences*, 1 (1961), pp. 179-388.
[118] DESCARTES, R.: *Geometrie,* 1637, p. 300.
[119] Cavalieri, como su maestro Benedetto Castelli, era un religioso; Castelli había sido discípulo y amigo de Galileo; Cavalieri también se consideraba como tal. Fue el primero en publicar la trayectoria parabólica.

fue cuidadosamente anotada por Newton; en estas anotaciones, según ha comentado D. T. Whiteside, "no hay una verdadera línea divisoria entre la sensación resumida del original y la subsiguiente oleada de nuevas ideas que se convirtieron en objetos de investigación original".[120] En Newton, quien hizo un estudio detallado de la *Geometrie* de Descartes y de otros matemáticos de su escuela tal como la publicó Frans van Schooten, las dos líneas de actividad se unirían y crearían los conceptos de su método de fluxiones o *calculus*. G. W. Leibniz, cuyo *calculus* diferencial vería la luz (1684) antes que las fluxiones de Newton, aunque su descubrimiento fue posterior al de las fluxiones, llegó a la existencia por una ruta diferente, empleando, por ejemplo, la obra aritmética de Pascal que, a mediados de la década de 1660, era desconocida por Newton.

No podemos pasar por alto las realizaciones de otros matemáticos de gran importancia, tanto de la generación inmediatamente anterior a la de Leibniz y Newton –por ejemplo, Pierre de Fermat (1601-1665), corresponsal (a través de Mersenne) y rival de Descartes– como contemporáneos –por ejemplo, James Gregory (1638-1675), cuyas innovaciones en método fueron tan a menudo paralelas a las de Newton–.

Aunque los experimentos newtonianos relativos a la luz habían posibilitado descubrir que el color posee una connotación matemática, además de dar otros muchos resultados cuantitativos obtenidos con precisión consumada, Newton no pudo formular una teoría matemática general de la luz y su transmisión. Newton nunca encontró el camino para salir de este punto muerto y, por tanto, en lo que se refiere a una teoría matemática de la luz en términos de fuerza solamente dejó el esquema insatisfactorio que aparece en los *Principia*.[121]

Ch. Huygens tuvo más éxito, hasta el punto de que su obra ha sido admitida y reproducida hasta nuestros días. Huygens triunfó en la tarea, muy complicada, y, de hecho, derrotó siempre a Newton incluso cuando tenía ante sí el ejemplo de Huygens, de explicar los rayos gemelos de doble refracción en términos de su propia teoría. Pero habría que indicar, no obstante, una limitación que marca el carácter estrictamente matemático de la teoría ondulatoria de Huygens: sólo considera el movimiento de una

[120] WHITESIDE, D. T.: *Mathematical papers of Isaac Newton,* I, Cambridge U. P., Cambridge, 1967, p. 11.
[121] NEWTON, I.: *Principia,* libro I, Props. 94-98. *Opticks*, reedición de 1934, cuestión 29, 370, 372. HALL, A. R. en TATON, R. (ed.).: *Roemer et la vitesse de la lumière,* Vrin, París, 1978, pp. 188-189.

única onda o pulsación en expansión, y no puede hacerse extensiva al caso, físicamente apropiado, de una cadena o sucesión de ondas periódicas.[122]

La mayor debilidad de la filosofía de la naturaleza propuesta por R. Descartes residía en su tratamiento de la luz, que no podía enfrentarse a Huygens. A partir de 1712, *de facto*, el pensador Malebranche adoptó la teoría de Newton, prefiriéndola incluso a Huygens, en su *Recherche de la verité*. La contraposición entre la base dinámica de las proposiciones "ópticas" de I. Newton en los *Principia* y la base cinemática de la teoría de R. Descartes, defendida por Huygens, fue el tema esencial de las matemáticas en general durante el período correspondiente a los últimos años de Newton. Leibniz estuvo involucrado en esta ardua disputa matemática, tomando partido más bien por la base dinámica. ¿El filósofo debía abogar, al igual que Descartes, por la tesis de que el movimiento incesante era inmanente a la naturaleza, para poder defender así con libertad cualquier condición inicial del movimiento que le apeteciera, sin estar obligado más que a estudiar su transmisión y su permuta? ¿O debía, al modo newtoniano, creer que en la *physis* actúan fuerzas que confieren, modifican o frenan los movimientos de los cuerpos? ¿A esta segunda filosofía, que no llegaba a explicar el origen ni el modo de actuación de las fuerzas, podía denominarse adecuadamente "filosofía mecanicista"? No hay duda alguna que el concepto de "fuerza" es una expresión típicamente mecánica. Ahora bien, el mismo Newton se mostró siempre categóricamente cauto en la defensa de un enfoque agnóstico, o sea, en los contextos matemáticos declaraba formalmente que creía en la existencia de fuerzas, al mismo tiempo que decía ignorar si era o no posible minimizar a su vez las fuerzas postuladas (gravedad, magnetismo, etc.) a procesos de choque, imaginando, por ejemplo, algún tipo de éter impulsor. De esta manera, en su texto de los *Principia* excusa su repetición continua del vocablo "atracción":

Porque las atracciones son generalmente hacia cuerpos... Razón por la cual procedo ahora a explicar el movimiento de cuerpos que se atraen mutuamente, considerando las fuerzas centrípetas como atracciones aunque quizá si usamos el lenguaje de la física podamos llamarlas más verdaderamente impulsos. Pero ahora nos estamos ocupando de matemáticas y por ello empleamos el habla ordinaria, dejando a

[122] SHAPIRO, A. E. en BOS, H. J. M. y otros (eds.).: *Studies on Christiaam Huygens,* Swets and Zeitlinger, Lisse, 1980, pp. 200-220.

un lado los argumentos físicos, con el fin de ser entendidos más fácilmente por los lectores matemáticos.[123]

En las cuestiones de *Opticks*, aunque con espíritu conjetural pretendidamente, Newton parece que revela de manera más abierta su auténtica comprensión de la naturaleza de las cosas al cuestionar:

¿No tienen las pequeñas partículas de los cuerpos ciertos poderes, virtudes o fuerzas, por medio de las cuales actúan a distancia, no sólo sobre los rayos de luz para reflejarlos, refractarlos y someterlos a inflexión, sino también unas sobre otras para producir una gran parte de los fenómenos de la naturaleza?[124]

Ahora bien, no es difícil creer que cada partícula afecte a las restantes de diversas maneras, de tal forma que si una fuese aniquilada, el resto del universo sentiría, en principio, la pérdida. Es mucho más complejo creer que el universo esté montado de tal manera que, desde fuera, hace de cada partícula de materia el centro de múltiples fuerzas. El newtonianismo basado en la fuerza atractiva y repulsiva resultaba inteligible para un Huygens o un Leibniz (quien nos ocupa), aunque éstos se negaran a creerlo; un universo cinemático newtoniano es simplemente incomprensible.

A comienzos del siglo XVII el vocablo "fuerza" (en sus acepciones técnicas) no poseía otro significado que el mecánico: una prensa de husillo ejerce fuerza sobre un fardo. Burtt, en su obra *The metaphysical foundations of modern physical science*, expone que a Galileo le interesaban principalmente los movimientos acelerados "y éstos siempre presuponen...alguna fuerza o fuerzas como causa".

Por consiguiente, la causa de todo movimiento que no sea sencillo y uniforme debe expresarse en términos de fuerza*.*[125]

Este enfoque es obvio, mas no está justificado por la historia. Galileo no solamente no tenía ningún concepto matemático de "fuerza" como aquello que se entendía como el producto formado por la multiplicación de la masa y la aceleración de un cuerpo, sino

[123] NEWTON, I.: *Principia,* libro I, Introducción a la sección XI.
[124] *Opticks,* cuestión 31.
[125] BURTT, E. A.: *The metaphysical foundations of modern physical science,* Routledge, Londres, 1949 (1924), p. 89.

que también carecía de un concepto metafísico de "fuerza" como nombre de un agente activo y conservador del universo. Conoce tan sólo una fuerza ontológica, la gravedad, que él no llama "fuerza", aunque hable con naturalidad de la fuerza de los proyectiles. *De facto*, dado que la gravedad es natural, Galileo hubiera obrado indebidamente de haberla clasificado como fuerza.[126]

Si inútil resulta buscar en Galileo una idea generalizada de la fuerza, aún más inútil es esperar hallarla en Descartes, aunque (así como en Galileo) emplea la palabra para analizar la acción de las máquinas y (con matices) como sinónimo de *momentum*. Conforme Descartes el problema de la fuerza en la mecánica se convirtió en un problema de causa mecánica, puesto que en su sistema se explicaba de modo específico toda clase de movimiento atribuyendo su producción al movimiento impulsor de las partículas. Descartes pensaba: "Todo lo que dice (Galileo) acerca de la velocidad de los cuerpos que caen a través del vacío está construido sin cimientos, pues en primer lugar debiera haber determinado qué es el peso, y si hubiese conocido la verdad, hubiera sabido que es cero en el vacío".[127]

Si el funcionamiento del mundo dependía de tales fenómenos, la situación era absurda. En 1668 la Royal Society pidió a tres de sus miembros que estudiaran la cuestión e informaran de sus conclusiones. Así, Huygens (examinando toda la cuestión de forma más explícita) expresó exactamente los principios dinámicos generales: 1/ la suma de las energías cinemáticas antes y después del choque es la misma, 2/ la velocidad del centro de gravedad de los dos cuerpos tampoco sufre variación.[128] Así se averiguaron las "leyes del movimiento", aunque perfectamente inútiles en cualquier tipo de teoría física.

Pascal también formuló que *Principia philosophae* era una novela física. Mas, aunque renunciara a los errores y absurdos demostrables de Descartes, Huygens no perdió la fe en el principio del universo plenístico y cinemático que era esencial en la filosofía cartesiana de la naturaleza, prefiriéndole en gran parte al principio de las fuerzas atractivas y repulsivas que más adelante halló en los *Principia* de Newton, por

[126] GALILEI, GALILEO: *Two new sciences,* trad. de DRAKE, Stillman, Wisconsin University Press, Madison y Londres, 1974, p. 159; WESTFALL, R. S.: *Force in Newton's physics,* Cambridge U. P., Londres y Nueva York, 1971, pp. 7-8, 40-41.
[127] Descartes a Mersenne, 11 de octubre de 1638; ADAM, Ch. & TANNERY, Paul: *Oeuvres de Descartes,* reedición París, 1975, II, pp. 380, 385.
[128] Huygens no empleaba las palabras "energía cinética" ni siquiera "vis viva" (introducidas más adelante por el mismo Leibniz), pero el sentido está nítido. Véase DUGAS, R.: *La mécanique au XVII siècle,* Dunod, París, 1954, pp. 287-293. Todos los documentos se incluyen en HALL y HALL, *Correspondence of Oldenburg,* V, University of Wisconsin Press, Madison y Londres, 1968.

mucho que admirara la matematización de la física realizada por Newton. En el nivel macrocósmico Huygens hizo progresos relevantes y posicionó la teoría del movimiento sobre un cimiento más sólido, y sabía que *si* las leyes y los métodos de la mecánica eran generales, tan aplicables a partículas elementales como a bolas de billar, entonces se conseguiría una unidad de explicación:

...si la naturaleza en conjunto consiste en ciertos corpúsculos, de cuyos movimientos surge toda diversidad de cosas...como muchos filósofos creen probable, entonces representará no poca ayuda para reflexionar sobre esto si las verdaderas leyes del movimiento fueran descubiertas, y si se supiera cómo se transfiere el movimiento entre cuerpos.[129]

Este texto data de 1656; con todo durante todo el resto de su vida Huygens no logró encontrar la vía para ir de la mecánica teórica a la física experimental.

A la postre Huygens, como Leibniz después de él, no consiguió liberarse de aquellos grilletes metafísicos que era la preocupación cartesiana por la causalidad mecanicista, y sus logros en la matematización de la naturaleza permanecerían desconectados e inconclusos: cuando los problemas se hicieron realmente profundos, Huygens volvió a refugiarse en las conjeturas etéreas de los *Principia* de Descartes. Según Westfall, en este análisis formal de la mecánica, Huygens atenuó de forma parecida, a lo largo de los años, el contenido dinámico de sus investigaciones a favor de la pureza de la cinemática:

Huygens dirigió sus sospechas hacia el concepto mismo de fuerza por las tendencias ocultas que creía implícitas en él. Más aún que Galileo, trató de fundamentar la cinemática de los cuerpos pesados en el hecho, que debía aceptarse como dado empíricamente, de que los cuerpos pesados descienden con un movimiento que se acelera uniformemente.[130]

La liberación de Huygens se vio estorbada por las limitaciones de su imaginación matemática que hemos apuntado anteriormente; la forma geométrica de pensar que le

[129] GABBEY, Alan en BOS y otros (eds.) (citado en nota 122), pp. 166-199; cita de *Oeuvres completes,* XVI, 150 en p. 189, y en WESTFALL, R. S.: *Op. cit.* (nota 126), p. 147.
[130] WESTFALL, R. S.: *loc. cit.,* pp. 161 ss.

reportó ricas recompensas en la mecánica, e incluso le posibilitó crear sus propios métodos de integración, unos métodos de considerable poder (v.g. en su investigación del movimiento de fricción), le impidió encontrarle mérito a la elaboración ajena del cálculo infinitesimal[131]. Esto es muy evidente en sus intercambios con Leibniz, Newton y Fatio de Duillier. Huygens sería siempre lo que su padre había dicho: el Arquímedes de esta nueva época.

Sobre 1650, período que destacó por tantos estudios excelentes en el campo de la mecánica –de Borelli, Hooke, Marci, Wren, Wallis, Fabri– a Huygens se le marca invariablemente como el único conector esencial entre Galileo y Newton, y fue uno de los escasos matemáticos a los que Newton elogió públicamente. Continuando muy de cerca el estudio intensivo que diversos matemáticos hicieron de la cicloide –una curva "mecánica" y la primera curva nueva que se dominaba desde la antigüedad–, Huygens había comprobado (1659) que el péndulo simple es solamente isócrono en sus oscilaciones si describe un arco cicloidal; además, que la evoluta de una cicloide es la misma cicloide. De esta manera, confinando la suspensión flexible del péndulo entre "mejillas" cicloidales, el arco se convierte en una curva idéntica y quedó matemáticamente justificada la construcción del reloj de péndulo inventado por Huygens dos años antes; mas quizá sea más relevante el hecho de que Huygens ideara el concepto matemático de la evoluta."[132] Además resolvió el problema de determinar el centro de la oscilación (lo que posibilitó comparar péndulos experimentales con el péndulo único ideal): "En cuanto a las vibraciones o centros de oscilación –relató– Roberval averiguó muy poco, es decir, el centro de oscilación del sector de un círculo. M. Descartes no hizo nada. Yo he realizado todo lo relacionado con esta cuestión, y di las demostraciones en mi tratado sobre el reloj (*Horologium oscillatorium*)".[133]

Un concepto importante en este contexto es el de fuerza atractiva celeste. Descartes lo había excluido totalmente; las supuestas atracciones y repulsiones de su sistema eran efectuadas en su totalidad por el impacto de materia sutil (éter) sobre cuerpos sólidos. No se creía que en el vórtice celeste las posiciones de los planetas fueran plenamente arbitrarias, mas Descartes no había intentado ajustar a su pensamiento las leyes que Kepler derivase de la observación, leyes que precisamente exponían la pauta planetaria. Además había abandonado la idea copernicana, una idea

[131] BOS, H. J. M. y otros (eds.), (citado en nota 122), p. 143.
[132] En un corto período de tiempo, el escape de áncora, oscilando el péndulo del reloj por medio de sólo unos grados, haría que la cicloide fuera mecánicamente superflua incluso en el cronómetro más perfecto.
[133] *Oeuvres completes,* X, p. 402, citado en DUGAS (nota 128), p. 319.

difusa, según la cual la gravedad podía considerarse como un principio cohesivo universal, aunque específico, de la naturaleza. No obstante, una tradición distinta la había preservado. Gilbert había apelado a ella como causa de que los cuerpos conservaran su integridad. "Cohesión de las partes y agregación de la materia –había relatado– existen en el Sol, en la Luna, en los planetas, en las estrellas fijas", de modo que en todos estos cuerpos las partes tienden a unirse al conjunto "con el cual se conectan con la misma apetencia que las cosas terrestres, a las que llamamos pesadas, con la Tierra".[134] Esto significa que la gravitación es una propiedad universal de la materia, mas peculiar a cada cuerpo; la misma gravedad no es común a todos, a juicio de Gilbert, porque un pedazo de materia lunar tendería siempre hacia la Luna y nunca se adheriría a la Tierra.

La teoría de las atracciones específicas continuó siendo muy plausible. La utilizaron Gilbert, Copérnico y Kepler, como alternativa a la causalidad aristotélica de los movimientos de los cuerpos terrestres pesados. Kepler decía:

*Un punto matemático, sea o no el centro del Universo, no puede mover cuerpos pesados de manera eficaz y objetiva de modo que se aproximen a él mismo... Es imposible que la forma de una piedra, moviendo su masa (*corpus*), buscase un punto matemático o el centro del mundo, exceptuando con respecto al cuerpo en el que dicho punto reside... La gravedad es un afecto corpóreo mutuo entre cuerpos afines hacia su unión o conjunción (clase a la que pertenece también la facultad magnética), de manera que la Tierra atrae una piedra mucho más de lo que la piedra busca la Tierra. Suponiendo que la Tierra esté en el centro del Universo, los cuerpos pesados no serían transportados hacia el centro del Universo como tal, sino hacia el centro de un cuerpo esférico afín, es decir, la Tierra. Y así adondequiera que se suponga que la Tierra es transportada por su facultad animal, los cuerpos pesados tenderán siempre hacia ella.*[135]

Kepler empezó a investir la teoría de la atracción con una fuerza dinámica definida. Postuló que la Tierra y la Luna eran materia afín, como dos piedras:

---

[134] *On the magnet,* trad. de THOMPSON, S. P. (Londres, 1900), Basic Books, Nueva York, 1958, pp. 219, 229.
[135] *Astronomia nova; Gesammelte Werke,* III, pp. 24, 25.

Si la Luna y la Tierra no fueran retenidas cada una en su órbita por sus fuerzas animales u otras fuerzas equivalentes, la Tierra ascendería hacia la Luna una quincuagésima cuarta parte de la distancia entre ellas, y la Luna descendería hacia la Tierra alrededor de cincuenta y tres partes; y allí se unirían la una a la otra; suponiendo, no obstante, que la sustancia de cada una sea de una y la misma densidad.[136]

Kepler procedió después a demostrar, partiendo del flujo y el reflujo de las mareas, que esta fuerza atractiva en la Luna realmente se diversifica a la Tierra, tirando de las aguas de los mares hacia ella misma; era mucho más probable que la fuerza de la Tierra, que era mucho mayor, alcanzara la Luna y fuera mucho más allá de ella, de tal modo que ninguna clase de materia terrestre pudiera escapar de ella.[137]

Kepler, no obstante, creía que la fuerza motriz del cosmos residía en el Sol, el cual, girando sobre su propio eje, "emite de sí mismo a través de toda la extensión del Universo una imagen inmaterial (especie) de su cuerpo, análoga a la imagen inmaterial (especie) de su luz, la cual imagen gira también en un torbellino de lo más veloz y se lleva consigo en sus vueltas a los cuerpos de los planetas.[138] Cada plantea, además, estaba dotado de su propia "alma" que influía en sus movimientos".[139]

Giovanni Alfonso Borelli (1608-1679, ya mencionado con anterioridad), siguió muy de cerca los pasos de Kepler al considerar que los rayos de luz que irradiaban de un Sol giratorio y que, por lo tanto, daban vueltas con él, eran palancas que ejercían presión sobre los planetas y los impulsaban en sus círculos. Borelli evitaba muy cuidadosamente el vocablo *atracción* y también el término *fuerza* sólo lo empleaba de forma indirecta, prefiriendo una fraseología casi animista; tampoco identificaba con precisión el instinto con la gravedad o el magnetismo. El instinto no es mutuo, puesto que no afecta al cuerpo central y, lógicamente, es constante a todas las distancias, como sin duda Borelli también suponía que era la gravedad.[140]

Borelli tendía a considerar la mecánica meramente como una escalera por la que subir a la admirable ciencia del movimiento de los animales. Se ha comentado que "desempeñó un papel importante en la instauración y ampliación de la nueva filosofía

[136] La proporción implícita de los diámetros de los cuerpos no es del todo correcta.
[137] *Astronomia nova,* pp. 25-27.
[138] *Ibid.,* p. 34.
[139] *Harmonices mundi* (1619); *Gesammelte Werke,* VI, pp. 264 y ss.
[140] Véase el artículo de A. Koyré en *Revue d'Hist. des Sciences,* 5 (1952); KOYRÉ, A.: *La révolution astronomique,* Hermann, París, 1961, pp. 488, 501.

experimental-matemática", pero no dio a la misma ni principios claros ni métodos lógicos. Tratar de reducir toda acción dinámica a choque, y analizarla mediante el único recurso constante de Borelli, la ley de la palanca, equivalía a meterse en dificultades imposibles. En cambio, no hay duda de que a Borelli se le leía; Newton, que mencionó la "hipótesis de Borelli" en los *Principia*, tenía tres de sus textos en el momento de su muerte, incluyendo el que trataba de los satélites mediceos.[141]

Hay muchas pruebas de que en 1685 Robert Hoooke ya poseía una perspectiva muy completa de un sistema mecánico del universo basado en la gravitación universal. En un discurso leído en la Royal Society en el año 1666 Hooke mejoró lo pensado por Borelli con la suposición de que un "movimiento directo" podía ser torcido en una curva por "una propiedad atractiva del cuerpo colocado en el centro".[142] Años después escribiría: "Supongo que el poder de gravitación del Sol en el centro de esta parte del Cielo en la cual estamos, tiene un poder atractivo sobre todos los planetas,... y que éstos a su vez tienen una relación correspondiente".[143] Es ésta la primera enunciación de la auténtica teoría de la gravitación universal: de la gravedad como principio universal que une a todos los cuerpos del sistema solar. Es esta fuerza la que, en el Sol, dobla los movimientos rectilíneos de los planetas formando curvas cerradas. Y esta fuerza es "más poderosa en sus efectos cuanto más cerca está el cuerpo sobre el que actúa" del cuerpo que atrae.[144]

Volveremos a ocuparnos de estos autores, en especial de Newton, en el próximo apartado, que dedicamos en su totalidad a la figura que estuvo tentada por el problema cartesiano de la dinámica de la órbita planetaria: I. Newton. No se puede dudar de que la intuición científica de Hooke era muy exacta, en este asunto además de en otros. De todos los primeros integrantes de la Royal Society él era el más aventajado. Hooke no completaba nada a la perfección; su reloj de longitud, sus instrumentos astronómicos de gran precisión, sus cuarenta maneras de volar, se quedarían en proyectos perdidos para la posteridad. Más afortunado en la mecánica que Borelli –ya que al menos recordamos

[141] WESTFALL, R. S.: *Op. cit.* (nota 126), pp. 213 ss., probablemente el mejor estudio general de la ciencia de Borelli. Ya que en el año 1668 solamente había en Londres un ejemplar de *la Theory of the Medician satellites* (en manos de lord Brouncker), muy probablemente Newton no la conoció hasta mucho más tarde.
[142] GUNTHER, R. T.: *Early science in Oxford,* VI, Oxford, 1930, p. 266.
[143] *Ibid.,* VII, p. 228.
[144] *Ibid.,* VIII, pp. 27-28, 229-230, etc.

la ley de Hooke, *Ut tensio sic via*,[145] su idea general de la mecánica celeste, tan potente cuando es resumida y racionalizada por un historiador *a posteriori*, sería siempre divisoria, desconectada no demostrada. La estructura conceptual que se encontraba a la disposición de Hooke (así como de Borelli) era muy insuficiente y él no pudo definirla ni enriquecerla.

2.5. **Newton y su legado.**

La otra de Newton no fue perfecta y tampoco fue completa; ni los *Principia* ni la *Opticks* serían nunca, en ninguna de sus ediciones, textos absolutamente terminados. En el campo que había inspeccionado dejó muchas zonas vacías que llenarían sus sucesores y, *de facto*, dejó también diversos errores importantes que fue necesario corregir. No obstante, con la obra de Newton alcanzó su punto culminante la revolución científica; existía ahora un modelo para los filósofos naturales del futuro.

En Newton las virtudes conceptuales y matemáticas se unían para formar una combinación de poder extraordinario, una combinación que ni la herencia ni el ambiente logran explicar de manera satisfactoria. No se sabe con certeza absoluta si Barrow tuvo o no una idea clara de los verdaderos logros de Newton antes de 1669:

4 de julio de 1699. Consultando una cuenta de mis gastos en Cambridge en los años 1663 y 1664 compruebo que en el año 1664, poco antes de Navidad, siendo yo el "senior Sophister", compré las Miscellanies *de Schooten y la* Geometry *de Cartes (habiendo leído esta Geometría y la de Oughtreds Clavis más de medio año antes) y tomé prestadas las obras de Wallis en el invierno entre los años 1664 y 1665. Momento en que encontré el método de las series infinitas. Y en el verano de 1665, viéndome obligado a salir de Cambridge por la peste, computé la superficie de la hipérbola en Boothby en Lincolnshire hasta dos y cincuenta cifras por el mismo método. Is. Newton.*[146]

[145] "Como la tensión, también la fuerza (aplicada)" o, dicho con otras palabras más modernas, la fuerza (tal como la extensión de un muelle) es proporcional a la tensión. La ley de Boyle es una versión especializada.

[146] University Library, Cambridge ms add. 4000, 14 v. Cfr. en WHITESIDE, D. T.: *Mathematical papers of Isaac Newton,* Cambridge U. P., Cambridge, 1967-1981, I, pp. 7-8.

Barrow conocía todo esto, pues fue él el que envió el trabajo de Newton titulado *De analysis* a Collins en Londres, en julio de 1669. En 1671 le siguió un *Tratado sobre los métodos de series y diferenciales*. Puede que Barrow no conociera otros trabajos de Newton, tal como narra B. Cohen:

A principios del año 1665 encontré el método de series aproximadas y la regla para reducir cualquier elevación de cualquier binomio en una serie semejante. En el mismo año, en mayo, encontré el método de tangentes de Gregory y Slusius, y en noviembre tuve el método directo de las fluxiones y al año siguiente, en enero, tuve la teoría de los colores, y en mayo siguiente tuve entrada en el método inverso de fluxiones. (...) Todo esto fue en los años de la peste de 1665 y 1666. Porque en aquellos días yo estaba en la flor de mi edad para la invención y me preocupaba por las matemáticas y la filosofía más que en cualquier otra época desde entonces.[147]

Newton no realizó declaraciones como las de Kepler sobre la geometría de la creación, con todo, no menos convencido que Kepler de la realidad de la imagen del Divino Arquitecto, es indudable que veía el universo como algo profundamente ordenado, en el espacio y el tiempo, y, consiguientemente, creía que las relaciones matemáticas inmanentes a su estructura física eran fruto de la voluntad divina:

Pues si bien los cometas se mueven en órbitas muy excéntricas en toda suerte de posiciones, el destino ciego jamás podría hacer que todos los planetas se movieran de una sola y misma manera en órbitas concéntricas, exceptuando algunas irregularidades inconsiderables, que pueden haber surgido de las mutuas acciones de los cometas y los planetas, y que serán propensas a aumentar, hasta que este sistema necesite una reformación. A tan maravillosa uniformidad en el sistema planetario debe concedérsele el efecto de la selección.[148]

Barrow sabía hasta dónde había llevado Newton las matemáticas en los métodos de los infinitesimales y las series infinitas; también sabía algo al respecto John Collins, que inició correspondencia con Newton y copió algunos de sus trabajos sobre las

[147] ULC, ms add. 3968, f. 85, de COHEN, I. B.: *Introduction to Newton's Principia,* Cambridge U.P., Cambridge, 1971, p. 291. Probablemente este fragmento pertenece a 1718: véase RUPERT HALL, A. & TILLING, L.: *Correspondence of Isaac Newton,* VI, Cambridge U.P., Cambridge, 1976, pp. 454-462.
[148] NEWTON, I.:*Opticks,* Londres, 1931, reimpresión, p. 402.

fluxiones (es decir, el *calculus*) y finalmente, a través de Collins y Oldenburg, también sabían algo algunos matemáticos continentales, incluyendo al propio Leibniz, aunque éstos entendían la obra de Newton mucho menos de lo que su autor creía. También matemáticos ingleses y escoceses, en especial estos últimos (David Gregory y John Craig) recibieron permiso para estudiar los textos de Newton en privado.

A finales de 1675 G. W. Leibniz, que a la sazón residía en París y que, guiado por Huygens, iba subsanando rápidamente los defectos de su educación matemática, había tenido la idea de emplear los diferenciales (infinitesimales) como cantidades algebraicas, siendo su visión aritmética en vez de geométrica como la de Newton. Resolvió y desarrolló las repercusiones de su idea con extraordinaria celeridad. En junio de 1677 ya pudo enviar a Oldenburg[149] (para Newton) una carta en la que elogiaba brevemente algunos de los "teoremas en verdad muy elegantes" y comentarios sobre el método de interpolación de Wallis que anteriormente le había remitido Newton, y añadir después la opinión "estoy de acuerdo con Newton en que el método de las tangentes de Sluse aún no ha alcanzado la perfección", con una descripción íntegra de la diferenciación elemental y su aplicación al problema de dibujar tangentes. "En mi opinión –agregó– lo que Newton optó por ocultar acerca del dibujo de tangentes no está muy lejos de éstas". Leibniz supuso acertadamente que Newton le llevaba la delantera en lo que se refería a métodos de extracción de raíces y tangentes o integración. En vano pidió que Newton cooperase voluntariamente en el perfeccionismo de estas prometedoras técnicas nuevas.[150] Newton no contestó a su carta, quizá porque no pudo. Después todo permaneció en paz (Leibniz había iniciado una nueva carrera como historiador oficial en Hannover) hasta que Leibniz imprimió una compleja explicación de su método de las diferenciales en el *Acta eruditorum* (1684). Newton replicó con una nota sobre su propio sistema anterior en los *Principia* (1687).

¿De qué forma los descubrimientos de Newton el matemático puro facilitaron la tarea de Newton el físico? La cuestión no es nada sencilla. El reconocimiento de los *Principia* como una gran obra del cálculo leibniziano (en contenido, se entiende, no en forma) era común en las postrimerías del siglo XVII y durante el siglo XVIII. Las matemáticas fueron la causa de muchos problemas y disgustos en la vida personal de Newton. Un joven matemático suizo, Nicholas Fatio de Duillier, después de conocer a Newton en Londres diez años antes y (como se sabe) convertirse en su amigo más

[149] De hecho, Oldenburg había fallecido en septiembre de 1677.
[150] NEWTON, I.: *Correspondence,* II, Cambridge U. P., Cambridge, 1960, pp. 212-231.

íntimo, en 1699 acusó a Leibniz de haber plagiado la idea del *calculus* diferencial de Newton y de haberla publicado como si fuera suya. Similar acusación contra un erudito reconocido como uno de los intelectos más grandes de Europa, cuyas innovaciones matemáticas las habían adoptado y perfeccionado hombres distinguidos y más jóvenes, no podía menos de ser escandalosa; no obstante, la réplica de G. W. Leibniz fue serena y modesta. Escribió que no tenía nada contra Newton y le dedicó sus elogios al mismo tiempo que no renunciaba ni a un ápice de su propia postura:

Ningún geómetra que yo conozca [escribió] anterior a Mister Newton y a mi mismo tenía ese método; del mismo modo que nadie antes de ese geómetra de gran fama había probado mediante ejemplo público que él lo poseyera [en los Principia*, esto es]; y antes queMister [Johann] Bernoulli y yo mismo nadie lo comunicó.*[151]

Así, pues, la disputa se apaciguó, hasta que en 1705 Leibniz, al hacer la reseña de los tratados de matemáticas publicados con *Opticks,* utilizó ciertas expresiones que, al ser llevadas a la atención de Newton por unos amigos oficiosos, le hicieron montar en cólera por parecerle que impugnaban su propia prioridad. Newton movilizó entonces aquel poder de concentración y aquel dominio del detalle tan remarcables en un hombre de casi setenta años y los utilizó para preparar una colección de correspondencia, la *Commercium epistolicum* (1712), que se remontaba al conocimiento de Barrow de su primera comunicación (cuando menos por medio de suficientes indicaciones) a Leibniz. La lucha subsiguiente consumió las energías del anciano filósofo (debido en parte a que seguía activo en otras cuestiones) hasta casi su octogésimo año. Leibniz falleció en 1716.

Ahora podemos estar seguros de que Newton tenía razón y al mismo tiempo estaba confundido y que quizá en última instancia, desde el punto de vista ético, Leibniz resultó más perjudicado que Newton. Pues si no cabe ninguna duda de que Newton inventó antes los métodos del cálculo, es igualmente verdadero que Leibniz fue el primero en hacerlos públicos; la independencia de su descubrimiento también está más allá de la duda, como lo está la falsedad de los taimados latrocinios que Newton y sus amigos imputaron a Leibniz. Puede decirse que Leibniz y sus seguidores provocaron a los newtonianos, los minimizaron y rehusaron concederle a Newton la prioridad que

[151] RUPERT HALL, A.: *Philosophers at war,* Cambridge U. P., Cambridge, 1980, p.125.

cuando menos atestiguaban los *Principia;* por otro lado, ningún genio ha organizado una campaña tan poco escrupulosa contra un oponente como la que Newton hizo contra Leibniz.

Newton jamás olvidó esta experiencia, nunca superó la sensación de que la mayor parte de los "filósofos" eran inútiles y tercos, nunca perdonó a Robert Hooke el que dirigiese el coro de críticas incomprensivas partiendo de la premisa de que su propia teoría de la luz, tal como estaba descrita en *Micrographia*, era perfectamente satisfactoria, de manera que no hacía falta hablar más del tema.[152]

Newton dejó un millón de palabras copiadas de textos de alquimistas; entre ellas hay dos o tres trabajos cortos que se suponen redactados por él mismo.[153] Es extraño que, si bien Newton anotaba cuidadosamente sus experimentos químicos,[154] contrariamente a su costumbre universal, por lo demás redactara pocas cosas propias. No obstante, algunos autores recientes han argumentado que la atribución de "poderes, virtudes o fuerzas" a las partículas de la materia refleja la influencia de la tradición hermética en el pensamiento newtoniano.[155]

Newton muy posiblemente creía o esperaba que la sabiduría oculta de los autores de textos alquímicos podría descifrarse y revelar respuestas, porque él también trataba de descifrar fuentes históricas y bíblicas. En una carta a J. Locke posterior a la muerte de R. Boyle, Newton escribió en 1692: "Me he abstenido de decir algo contra la multiplicación en general porque pareces persuadido de ella: aunque hay un argumento contra ella al que yo nunca podría encontrar respuesta". Desgraciadamente, no tenemos la carta posterior en la que Newton prometía exponer este argumento; la "multiplicación" era un paso hacia la transmutación, un incremento artificial de la masa metálica. En este caso Newton se muestra más escéptico que Boyle o Locke, y evidentemente lo era desde hacía tiempo; se resistía a probar un método que Boyle había esperado que Newton utilizara.[156]

Parece claro que los experimentos químicos llenaron un espacio sobre cuatro años en la vida de Newton (1675-1679), espacio del que, por lo demás, poco se conoce.

---

[152] NEWTON, I.: *Correspondence,* III, Cambridge U. P., Cambridge, 1961.
[153] Esta conjetura del millón de palabras (que se repite con frecuencia) proviene de J. M. Keynes en Royal Society, *Newton tercentenary celebrations,* Cambridge U.P., Cambridge, 1947.
[154] A. R. y M. B. Hall, en *Archives Inst. d'Hist. des Sciences,* 11 (1958), pp. 113-152.
[155] DOBBS, B. J. T.: *The foundations of Newton's alchemy,* Cambridge U. P., Cambridge, 1975; WESTFALL, R. S.: *Never at rest,* Cambridge U. P., Cambridge, 1980 (la mejor biografía de Newton).
[156] NEWTON, I.: *Correspondence,* III, pp. 217-219. No resulta fácil distinguir en qué pensaba Newton cuando redactó esta carta, salvo que sentía poco entusiasmo por las "recetas" de Boyle: "una de ellas un Expt. considerable y puede resultar útil en medicina para analizar cuerpos, la otra es sólo un truco".

Su estudio experimental y matemático de la luz ya estaba concluido (el último representado por la publicación póstuma de *Optical lectures*), era reacio a "dedicar más que una cantidad mínima de su esfuerzo creativo a la investigación matemática". En aquella época Newton se aislaba todo lo posible del mundo externo y no salía de Cambridge.[157]

De este aislamiento le sacó Robert Boyle,[158] a cuya amistad Newton creía deber "mis pensamientos acerca de las cualidades físicas de las que hablamos", las cuales expresó en forma de una compleja hipótesis etérea neocartesiana, aun cuando "mis ideas sobre las cosas de esta clase son tan indigeridas que yo mismo no me siento del todo satisfecho". Más tarde, también en 1679, Robert Hooke le arrancó de su aislamiento. Newton no pudo resistir la tentación de recompensar la insistencia de Hooke con un pensamiento propio:

Me alegra saber que un descubrimiento tan considerable como el que hiciste del paralaje anual de la Tierra es secundado por las observaciones del señor Flamsteed. En correspondencia a su anuncio te comunicaré una fantasía mía acerca del descubrimiento del movimiento de rotación de la Tierra.[159]

Newton argumentó que un objeto, al caer desde una torre alta, debería desviarse levemente hacia el este de la línea perpendicular de descenso y trazar una curva espiral desde un punto situado por encima de la superficie de la Tierra hasta su centro. Hooke ya había observado esto y apuntó el error de Newton. A falta de resistencia por parte del aire (y si la Tierra se cortaba en dos dejando un espacio entre las dos mitades) el cuerpo cayente describiría una *elipse* y volvería al punto de partido. Se advierte nítidamente que Hooke había aprendido algo de Kepler.[160]

Para comprender esta situación tenemos que hablar de las leyes de Kepler en el siglo XVII, antes de que Newton las incorporara en la mecánica celeste. No se prescindía de dichas leyes: por ejemplo, están muy bien sintetizadas en un texto de matemáticas publicado en diversos volúmenes: *Cursus mathematicus* (1634-1642), de

[157] WHITESIDE, D. T.: *Mathematical papers of Isaac Newton,* IV, Cambridge U. P., Cambridge, 1971, introducción general. Un destacado esfuerzo por parte de Newton en aquellos años fue la preparación de sus dos largas cartas de 1676 para Leibniz, mas los materiales fundamentales para ellas estaban a mano.
[158] Newton a Boyle, 28 de febrero de 1679 (*Correspondence,* II, pp. 288 y ss.).
[159] Newton a Hooke, 28 de noviembre de 1679, *ibid.,* pp. 300-303. La supuesta observación por Hooke del cambio paraláctico anual en x Draconis resultó no valer para nada.
[160] *Ibid.,* vol. II, pp. 305 y ss., y III, pp. 438 y ss.

Pierre Hérigone.[161] Los matemáticos Ismael Boulliaud (en Francia) y Seth Ward (en Inglaterra) y muchos más después de ellos adoptaron la órbita elíptica de Kepler, pero sin la segunda ley. Newton aprendió las hipótesis de Kepler en la *Astronomia carolina* (1661) de Thomas Streete, experimentando él mismo con varios artificios de esta clase, toda vez que Streete no indicaba la ley de áreas, aunque Newton hubiera podido encontrarla en textos tan empleados como el *Amagestum novum* (1651) de G. B. Riccioli y en un pequeño tratado de Wren que publicó Wallis (1659). De lo poco newtonianas que eran sus ideas en esta etapa son prueba evidente las cartas que cruzó con el astrónomo real, John Flamsteed, en 1681 sobre el movimiento cometario.[162]

Muy diferente fue el caso de la tercera ley: $T^2/r^3 = k$, que Newton también aprendió de Streete, probablemente en 1664.[163] Porque se supone que no hacía mucho Newton ya había abordado el problema cartesiano de la fuerza centrífuga (ignorando lo que Huygens ya había hecho en privado pero no publicaría hasta 1673), y descubrió la proporcionalidad V^2/r.[164] Newton no fue más allá al exponer por vez primera la relación del inverso de la distancia al cuadrado y los datos que tenemos inducen a pensar que durante muchos años conservó la idea del vórtice etéreo, concepto que menciona sin titubeos en cartas de 1681.[165]

"Los modernos –escribe Newton– rechazando formas sustanciales y cualidades ocultas, han procurado sujetar los fenómenos de la naturaleza a las leyes de las matemáticas, (y así) yo he cultivado las matemáticas hasta donde se relacionan con la filosofía." Al hacerlo, sentó principios de física matemática que duraron hasta mediados del siglo XIX. Asimismo hubiera podido escribir que había cultivado la filosofía en la medida en que servía de base fundamental para la física matemática. Ahora sabemos lo insatisfactorios que le habían parecido a Newton, ya en una etapa muy primeriza de su evolución, los conceptos fundamentales de la naturaleza y el movimiento que había proporcionado Descartes, entre ellos la identificación cartesiana de materia y extensión.[166]

No existía ninguna mecánica racional del fluido antes de Newton, aparte de la hidrostática; ni siquiera otro siglo de trabajos a cargo de excelentes matemáticos, que

[161] RUSSELL, J. L.: "Kepler's laws of planetary motion", en *Brit. Jour. Hist. Sci*., 2 (1964), pp. 1-24.
[162] WHITESIDE, D. T.: "Newton's early thoughts on planetary motion", en *Brit. Jour. Hist. Sci.,* 2 (1964), pp. 117-137; y *Journ. Hist. Astronomy,* I (1970), pp. 5-15.
[163] *Astronomia carolina,* Londres, 1661, p. 39.
[164] HERIVEL, J. W.: *The background to Newton's Principia,* Oxford U. P., Oxford, 1965.
[165] *Correspondence,* II, pp. 331-341.
[166] V. *De gravitatione* en A. R. y M. B. HALL: *Unpublished scientific papers of Isaac Newton,* Cambridge U. P., Cambridge, 1962, 1978.

construyeron sobre las bases newtonianas, logró resolver satisfactoriamente todos los problemas que él había tratado.[167] Dos años después de la publicación de los *Principia* (sólo había leído una reseña completa del libro de Newton) Leibniz se propuso evitar las críticas de Newton dividiendo el vórtice en capas separadas, deslizándose unas sobre otras sin fricción ni viscosidad y cada una conteniendo un planeta.[168] Éstas eran esferas ptolemaicas, fluidas en vez de sólidas.

Los pasajes finales de las versiones definitivas de *Opticks* y de los *Principia* dejan claro que Newton no podía concebir al Creador meramente como una persona histórica. Para él la Creación no era un acontecimiento en el tiempo, hecho y terminado, después del cual el universo funcionaría como un reloj al que le hubieran dado cuerda; creía que Dios desea continuamente, a través del tiempo, la existencia del universo y que lo gobierna como Providencia. Cuando esta creencia llegó a sus oídos Leibniz se mofó de Newton como si éste fuera alguien que veía en la naturaleza un milagro perpetuo o en Dios un trabajador imperfecto que se pasara la vida remendando su obra.[169] Los newtonianos replicaron que en la religión era necesario considerar perpetuamente el universo como criatura de Dios y que un milagro era una desviación del curso normal ordenado por Dios.

Newton entregó a su amigo Samuel Clarke, teólogo,[170] la dirección de estas cuestiones metafísicas de gran trascendencia. Ilustran el peligro, así como la necesidad (en aquella época) de la creencia newtoniana de que hablar de Dios es propio de la filosofía natural. Otros newtonianos se mostraron menos inclinados a la metafísica que el propio Newton, entre ellos Roger Cotes (1682-1716), que se hizo cargo de la segunda edición de los *Principia*,[171] donde, en el prefacio explicativo que le persuadieron a incluir, declaró

o bien la gravedad debe tener un lugar entre las cualidades primarias de todos los cuerpos, o la extensión, la movilidad y la impenetrabilidad no deben. Y si la

[167] TRUESDELL, Clifford: "Rational fluids mechanics, 1687-1765", introducción del editor a *L. Euleri Opera Omnia,* ser. II, XII, Orell Füssli, Zurich, 1954, p. XII.
[168] LEIBNIZ, G. W.: *"Tentamen de motuum coelestium causis", Acta Eruditorum*, febrero de 1689, ensayo que Newton criticó vehementemente. AITON, E. J.: *The vortex theroy of planetary motion,* Macdonald, Londres y Nueva York, 1972; WESTFALL: *Force in Newton's physics,* pp. 308-310.
[169] HALL: *Op. cit.* (nota 151), cap. 10. KOYRÉ, A.: *From the closed world to the infinite universe,* Johns Hopkins University Press, Baltimore, 1957.
[170] ALEXANDER, H. G.: *Leibniz-Clarke correspondence,* Manchester University Press, Manchester, 1956.
[171] RUPERT HALL, A. en *Proc. R. Soc. London A,* 338(1974), pp. 397-417.

naturaleza de las cosas no la explica correctamente la gravedad de los cuerpos, no la explicarán correctamente su extensión, su movilidad y su impenetrabilidad.

Los físicos matemáticos de finales del siglo de la Ilustración se dieron por satisfechos pensando en la gravitación de este modo pragmático, como un fenómeno universal de la naturaleza, de hecho, como una constante universal cuya magnitud puede analizarse, sin buscar ninguna causa, física o metafísica, detrás de la gravitación.

La naturaleza, como se sabe, está menos a gusto consigo misma de lo que Newton suponía para la homología entre fuerzas a gran escala y fuerzas a pequeña escala que él imaginaba que no existe. Y aunque su orden de que en el futuro se investigara más escrupulosamente la naturaleza de las fuerzas quizá surtió algún efecto inmediato en los estudios de electricidad que tanto interesaron a Newton en sus últimos años, resultaría ajeno al progreso de la química. De la misma manera que, en el siglo XVIII, "la filosofía natural experimental" se diferenciaría cada vez más, por su carácter independiente, de la "filosofía matemática", también se apartaría, por lo menos con el mismo rigor, de la "teoría de la materia", que se iba convirtiendo cada vez más (entre los últimos postnewtonianos como Boscovich y Priestley) en tema de especulación filosófica, el equivalente newtoniano del neocartesianismo. No por última vez, en 1726 Newton parecía haber puesto toda la ciencia física al alcance de los matemáticos; no por última vez (se piense en Faraday o Rutherford) la teoría física se escaparía del abrazo.

Por otro lado, hay que decir que en el primer año del siglo XVIII, catorce años después de la publicación de los *Principia,* dos años después de que la reorganización de la Real Academia Francesa de las Ciencias acogiera a Newton en calidad de integrante extranjero, cualquier individuo que mirara hacia atrás y pasara revista a la herencia científica del siglo XVII habría verificado que era rica y variada. El neocartesianismo era la filosofía natural que dominaba a la sazón, con G. W. Leibniz y Malebranche como figuras activas e influyentes, mientras las lecciones de Huygens conservaban su fuerza lógica. Confinada mayormente en Alemania por el momento, iba evolucionando una tradición de misticismo químico, enraizado en Van Helmont y Paracelso, cuyos representantes eran Johann Joachim Becher (1625-1682), Johann Künckel (1630-1703) y Georg Ernst Stahl (1660-1734); también en Alemania era especialmente grande el interés por la medicina, mientras que la anatomía comparada había florecido bajo la tutela de la academia de París, y en Holanda, donde Frederick Ruysch (1638-1731) era el maestro activo. En las ciencias matemáticas Leibniz, sus

colaboradores y los alumnos de éstos imperaban el mundo académico desde Padua hasta Groningen, y, especialmente en la persona de Pierre Varignon (1654-1722), estaban firmemente establecidos en la Academia francesa. Habría sido un juicio justo sobre los cincuenta años previos sacar la conclusión de que se había aprendido mucho, especialmente en las ciencias descriptivas, y que las matemáticas puras y aplicadas habían avanzado velozmente. Mas sólo un número relativamente pequeño de ingleses hubiera dicho que durante el mencionado período el carácter del trabajo y el pensamiento científico había experimentado un cambio muy radical; todo europeo que en 1701 se percatara de la mutación lo atribuiría a Huygens y Leibniz.

La teoría de Newton alcanzó su primer gran éxito público en Francia con la publicación de una elegante traducción francesa de *Opticks* en 1722.[172] Nada menos que el canciller de Francia patrocinó dicho trabajo, cuya edición corrió a cargo de Varignon, que era colaborador tanto de Malebranche como del propio Leibniz. Así, cuando Newton contaba ya con unos ochenta años, se hicieron grandes esfuerzos por colocarle en la órbita de la ciencia francesa: se le instó a comunicar los resultados de sus investigaciones y en general tuvo un trato de favor. No cabe poner en duda el destacado papel de los oratorianos, que unos veinte años antes aprendían el cálculo diferencial e integral de Leibniz y Johann Bernoulli, en el comienzo de la naturalización de Newton en Francia en oposición a los inexorables cartesianos ortodoxos; citando a Henry Guerlac: "Malebranche y sus seguidores derribaron las barreras iniciales de la fortaleza cartesiana, e hicieron más fácil el camino para newtonianos radicales como Maupertuis, Clairaut, y Voltaire".[173] La veneración de los oratorianos por las matemáticas como "la disciplina principal y fundamental de todas las ciencias humanas", veneración que les había hecho discípulos de Leibniz, después les hizo admirar y aprobar los resultados de Newton en los *Principia*, el único ensayo universal y convincente de matematización de la filosofía.

La tendencia al newtonismo en el resto de Europa (salvo Alemania) fue similar, pero menos prolongada. Es posible que el matemático italiano Guido Grandi (1671-1742) ya estuviera enseñando los aspectos matemáticos de los *Principia* en Florencia antes de concluir el siglo XVII. En Padua, en 1716, Jacob Hermann, en un libro sobre mecánica dedicado al propio Leibniz y a los miembros de la academia de Berlín, permitió a un amigo que se le dirigiera en un poema que decía que "Newton, morador

[172] Se cimentaba en la versión francesa de Amsterdam, 1720.
[173] GUERLAC, Henry: *Newton on the Continent,* Cornell University Press, Ithaca, 1981, p. 73.

en esa isla rica en la que, sin embargo, no hay nada más áureo que él mismo, había sido el primero en seguir esta senda".

Parece que, al comienzo, los holandeses fueron casi los únicos que apoyaron a los newtonianos ingleses contra Leibniz en lo referente al descubrimiento del cálculo. Si el primer gran empujón a la fama de Newton en el continente se lo dio *Optice* (1706), versión de *Opticks* en latín (y no en menor medida la generosa gama especulativa de sus cuestiones) también es cierto que el creciente acaloramiento y la publicidad de la querella entre los dos grandes pensadores y sus respectivos partidarios contribuyeron a que el nombre de Newton llamara la atención de muchas personas que, de no ser por ello, apenas se habrían enterado de la existencia de los *Principia* (que después de 1687 no se reeditaron hasta 1713 y fueron luego rápidamente "pirateados" en Ámsterdam). Tras la muerte de Huygens en 1695, toda Europa salvo los ingleses reconoció a Leibniz como su luz intelectual más destacada: matemático, filósofo, inventor, historiador, amigo y consejero de monarcas y, a diferencia de Descartes, siempre eminentemente respetable. Que un matemático inglés opusiera sus pretensiones a similar figura era un hecho notable; que estas pretensiones fueran defendidas, ampliadas y sostenidas por una justificación impresa que, según parece, contaba con el respaldo unánime de la Royal Society resultaba casi increíble.[174] Sabemos que Newton tenía razón al reclamar prioridad de descubrimiento, que Leibniz también la tenía al reclamar prioridad de descubrimiento independiente y de publicación. También es obvio que, a pesar de algunos destellos de magnanimidad entre los dos rivales, los dos se comportaron francamente mal. Antes de su fallecimiento en 1716, que no influyó en el resultado de la querella, Leibniz no había logrado convencer al mundo de que no había aprendido nada de la gran cantidad de material matemático de los primeros tiempos, incluyendo las cartas dirigidas a él en 1676, que ahora Newton exponía (en general, no de manera inexacta en lo que se refiere a los textos, aunque las glosas de los mismos que hizo Newton contienen groseras tergiversaciones). Dado que Leibniz reconocía haber tenido acceso a materiales inéditos de Newton, que los rasgos técnicos del descubrimiento eran difíciles de valorar para quien no fuera un gran matemático, dada la aparente franqueza de Newton y dada aquella autoridad personal que ganaba para su causa a casi todos los que le visitaban en Londres, y dado que Leibniz no dio absolutamente ninguna explicación en público de cómo y cuándo llegó independientemente al concepto del

[174] RUPERT HALL, A: *Philosophers at war,* Cambridge U.P., Cambridge, 1980, de forma especial cap. 11.

cálculo, apenas sorprenderá a nadie que muchos que no eran partidarios fervorosos de Leibniz llegaran a creer que el descubrimiento matemático de Newton había sido de los que hacen época, tanto como el de Leibniz, aunque menos desarrollado, y que el descubrimiento de Newton había producido los *Principia*. Así, por ejemplo, Voltaire en sus *Cartas sobre la nación inglesa* escribe:

Durante muchos años la invención de este famoso cálculo [el calculus*] le fue negada a sir Isaac Newton. En Alemania Leibniz era considerado como el inventor de las diferenciales o momentos, llamados fluxiones [por Newton], y Bernoulli reclamaba el cálculo integral. Sin embargo, ahora se piensa que sir Isaac fue el primero en hacer el descubrimiento, y los otros dos tienen la gloria de haber hecho que una vez el mundo dudase sobre si debía atribuirse a él o a ellos.*[175]

Ahora bien, el propio Newton era muy consciente de que lo que había logrado en los *Principia* distaba mucho de ser perfecto. En la base misma de su teoría mecánica había, por ejemplo, un problema difícil y aún no resuelto: la medición de la fuerza. La raíz del problema se remontaba al año 1669, puesto que en tal fecha se había hecho aparente que en el choque inelástico el producto total de la masa por la velocidad se conservaba, mientras que en el choque elástico una cantidad más grande, la masa por la velocidad al cuadrado, se conservaba: la "fuerza" que faltaba había desaparecido en la deformación de los cuerpos inelásticos. De manera similar, si se considera que la fuerza de un cuerpo que se mueve es proporcional a su velocidad, ello concuerda con la primera de las anteriores medidas; si (como prefería Leibniz) a la fuerza se la considera proporcional a la altura de la ascensión o del descenso, concuerda con la segunda medida. Leibniz dio a la primera (*momentum*) el nombre de "fuerza muerta", y a la segunda el de "fuerza viva" (*vis viva*). La mitad de la *vis viva* ($1/2\ mv^2$) es nuestra energía cinética. Desde 1686, año en el que Leibniz condenó la medida de fuerza cartesiana (y después newtoniana), declarando que la *vis viva* contenía la única concepción verdadera y matemática de la fuerza, hasta 1743 hubo un debate extenso e inconcluso sobre este asunto de la definición. En 1743 puso fin a dicha polémica el argumento de D'Alembert en el sentido de que ambas definiciones "funcionaban" matemáticamente, y que ni *mv* ni *mv al cuadrado* eran definiciones con validez

[175] Carta 17.

exclusiva de la fuerza. Las dos expresiones reflejaban simplemente diferentes maneras de contemplar la misma cosa, de forma que la disputa era solamente en torno a nombres en vez de realidades. Para evitar la equivocación, lo mejor era evitar el uso del vocablo "fuerza" en el sentido antiguo de "fuerza" del "movimiento" de un cuerpo.

El siglo XVIII comprendió que el método de Newton, al mismo tiempo que evitaba pretensiones engañosas de omnisciencia, ofertaba un camino que llevaba a verdades ciertas, indiscutibles. El matemático británico William Emerson arguyó que no podía ser más que una broma sostener que la filosofía de Newton sería algún día suplantada; que podrá "sin duda ser mejorada, y ser llevada más adelante; pero que nunca podrá ser derrocada, a pesar de todos los esfuerzos de todos los Bernoulli, los Leibniz...".[176] De hecho, la newtoniana fue la primera filosofía *positiva* en el sentido en que Auguste Comte usó este término.

[176] Citado por L. L. Laudan en BUTTS, R. E. y DAVIS, J. V. (Eds.): *The methodological beritage of Newton,* Blackwells, Oxford, 1970, p. 104, nota.

CAPÍTULO 3

INNOVACIONES BIOLÓGICAS

"Mais alors éter et durer ne peuvent se distinguer
que par abstraction. Cette abstraction est
ce que nous appelons le temps.»[177]

« Le temps est vivant et la vie est temporelle.»[178]

3.1. **Antecedentes de la Revolución biológica.**

Según Alexandre Koyré, el influyente historiador galo de la ciencia que falleció en 1964, el centro del escenario de la revolución científica lo ocupaban las ciencias físicas y el drama que representó giraba en torno a la matematización de las mismas. A la mayor parte de los actuales historiadores de la ciencia este enfoque les parecería muy estrecho. Abogarían por la importancia de la filosofía mecanicista, alejándose bastante de la tendencia matemática, así como por grandes mutaciones de ideas y métodos totalmente independientes de la ciencia física y por cambios de las actitudes sociales ante la ciencia, alegando que todo esto son aspectos de una situación revolucionaria que el historiador no puede pasar por alto. *De facto,* Koyré no hablaba en contra de similar visión completa de la revolución científica; más bien abogaba por la importancia especial de las corrientes que condujeron hasta Newton y, por tanto, de manera relativamente directa, hasta Maxwell, Planck y Einstein. Sin duda Einstein era consciente de su descendencia intelectual directa de Galileo, conciencia que, naturalmente, no compartían (por ejemplo) Crick y Watson en relación con Harvey. El diálogo sobre cuestiones de espacio y tiempo entre el siglo XVII y finales del XX es posible y, de hecho, casi cabría decir que normal; con todo, un diálogo semejante sobre la vida y los procesos vitales parece virtualmente impensable. Las condiciones del actual debate en torno a la vida no se establecieron hasta el siglo decimonónico.

[177] COMTE-SPONVILLE, A.: *L'être et le temps*, París, PUF, 1999, p. 104.
[178] BACHELARD, G.: *La dialectique de la durée,* París, PUF, 1950, p. 2.

Desde hace tiempo los historiadores utilizan un esquema cronológico que presenta a Lavoisier como el "Newton" de la química y a Darwin (1859) como el "Newton" de la biología.[179] Recientemente Thomas Khun ha apuntado que incluso en la ciencia física del siglo XVII la integridad de la revolución de la ciencia matemática se encuentra al lado de un grado incompleto de progreso en las ramas experimentales, donde, por otro lado, la matematización fue "aplazada" hasta el siglo XIX. Kuhn se muestra de acuerdo con Koyré en que "si consideramos que la revolución científica fue una revolución de ideas, son los cambios habidos en estos campos tradicionales, casi matemáticos, lo que hemos de procurar entender". Asimismo, sin embargo, cree que "otras cosas de vital importancia les ocurrieron también a las ciencias durante los siglos XVI y XVII (la revolución científica no fue simplemente una revolución del pensamiento)", y finalmente llega a la conclusión de que es imposible una simetría histórica íntegra siquiera entre los departamentos matemático y experimental de la física, toda vez que "la división entre ciencia matemática y experimental" parece "arraigada en la naturaleza de la mente humana".[180] No es de extrañar, pues, que existan asimetrías históricas aún mayores entre las ciencias matemática y química, geológica y biológica, donde los rasgos "baconianos" de la evolución son aún más marcados que en la física experimental.

Los cimientos históricos de las ciencias de la naturaleza viva –aparte de los escritos y ejemplos didácticos del propio Bacon, como en el *Sylva sylvarum* (1627), que influyó mucho, especialmente en los ingleses– eran dobles: la anatomía humana y la historia natural enciclopédica del Renacimiento. El renacer de la anatomía ya lo hemos señalado en anteriores apartados; era lógico, aunque en modo alguno inevitable, que extendiera sus actividades e incluyese el estudio más detallado de los animales, sobre todo de aquellos que son como el hombre o que tienen un interés especial para él, tales como el caballo (en la *Anatomia dei cavallo*, 1598, de Carlo Ruini) o el perro (cuya evolución embriológica describió Fabrizi d'Acquapendente). Con Pierre Belon (1517-1564) y Guillermo Rondelet (1507-1566) el tratamiento monográfico se hizo extensivo a los peces, mientras que el primer libro especializado sobre los insectos fue obra de un

[179] Quizá la importancia que se da a Darwin sea injusta para con los citólogos, fisiólogos y neurólogos que trabajan en su época con resultados enormemente productivos; no obstante, a Darwin se debe la idea biológica más universal de todos los tiempos.
[180] KUHN, T. S: *The essential tension,* University of Chicago Press, Chicago, 1977, pp. 41, 64 (primera publicación en 1972).

grupo de británicos (*Theatrum insectorum*, 1634, publicado por Thomas Mouffet).[181] La coherencia dignifica similares estudios hasta la famosa monografía sobre el chimpancé que escribió Edward Tyson (1699), coherencia que en parte procede de las técnicas de disección y análisis del anatomista profesional y en parte del paralelo con el modelo humano, ápice de la escala morfológica. Los naturalistas enciclopédicos hicieron menos progresos hacia un método científico "moderno". Las ideas del naturalista sobre el origen de la vida orgánica, la distribución de plantas y animales, y el motivo de su gran variedad de estructuras y formas seguían siendo en su mayor parte de origen no científico o, en el mejor de los casos, procedían de fuentes muy antiguas. Sin embargo, iba acercándose progresivamente a formas modernas de clasificar y describir organismos y de definir la materia que trata la historia natural. Cada vez le interesaba menos el estudio de la naturaleza como tarea moral; hacía una distinción parcial entre la *Flora* y la *Pharmacopoeia*. En cambio, existía el inconveniente de que a medida que aumentó la eficiencia clasificadora y descriptiva de los botánicos y geólogos, fue disminuyendo su interés por los demás problemas del mundo orgánico. En general, el naturalista se veía limitado a una clase determinada de actividad –fruto, en esencia, de la necesidad de los boticarios de diferenciar las hierbas medicinales–, en parte, desde luego, porque era una tarea que valía la pena hacer y estaba dentro de su competencia; mas en parte también era debido a que carecía de imaginación y ésta le habría liberado de la influencia de la tradición, que seguía siendo muy literaria. Las obras de autores como Conrad Gesner (1515-1565) y P. A. Mattioli (1500-1577) tienen tanto de recopilaciones eruditas como de trabajos de observación. Un tipo distinto de biología –por ejemplo, los simples experimentos con los que Francesco Redi, un siglo después, refutó la creencia universal en la generación espontánea de los insectos– ciertamente habría sido posible, pero el contexto intelectual que le habría permitido florecer no existía aún en tiempos de los autores citados. En relación con la vida, los escritos de Aristóteles seguían siendo fuente de estímulo mucho más que de dudas, y no parecía necesario tratar de definir nuevas cuestiones o buscar nuevos medios de obtener respuestas.

[181] MOUFFET (o, mejor dicho, su hija) es el único "científico" (salvando al doctor Foster) inmortalizado en canciones infantiles inglesas. Su libro fue en gran parte obra de Thomas Penny (1530-1588) y Edward Wotton (1492-1555).

3.2. **La fisiología de los siglos XVI y XVII.**

3.2.1. **Datos experimentales y "ejemplos críticos".**

Harvey, que se parecía a Galileo porque insistía en presentar una nueva visión de lo que todo el mundo creía comprender y también porque introdujo un aspecto cuantitativo, mecánico, en su visión, en cambio, apeló de modo mucho más preciso que Galileo a los datos experimentales y su uso de un "ejemplo crítico" (aunque nada induce a pensar que acusara la influencia de su gran paciente Francis Bacon) no tiene paralelo en la mecánica. El más grande de los fisiólogos del siglo XVI, Juan Fernel, no había sabido aplicar el método experimental. Sir Charles Sherrington ha apuntado expresamente el contraste entre Fernel y Harvey:

Al parecer, Fernel, para realizar su labor, debe considerarla como parte de un mundo concebido lógicamente. Necesita que los datos se le presenten de una forma que, según su propio razonamiento a priori*, tenga coherencia. En esa exigencia suya se esconde su inveterada desconfianza del empirismo. "No se puede decir que conocemos una cosa cuya causa nos es desconocida". Y la "causa" incluía no sólo el "cómo", sino también el "porqué". Harvey no obraba así. Cuando le preguntaban "por qué" circulaba la sangre contestó que no podía decirlo. Fernel daba la bienvenida a los datos, pero sobre todo como puntos de apoyo para la teoría; Harvey, fueran o no datos, los aceptaba si estaban perfectamente confirmados.*[182]

Huelga decir que Harvey emplearía "datos" sacados de la observación y de los experimentos para demostrar la circulación de la sangre, mientras que Fernel sugirió que "al pasar de la anatomía a la fisiología –es decir, a las acciones del cuerpo– pasamos de lo que podemos ver y sentir a lo que se conoce solamente por meditación", como si atravesáramos una frontera. Mas el propio Harvey nos dice dos veces que su método de descubrimiento *empezó* al meditar sobre el gran volumen de sangre que entra en el corazón. Sherrington exageró el positivismo de Harvey e hizo que sus procesos mentales parecieran menos sutiles de lo que en realidad eran: algunos "datos" que sin duda Harvey conocía (como la diferencia de color entre la sangre arterial y la venosa,

[182] SHERRINGTON, C. S.: *The endeavour of Jean Fernel,* Cambridge U.P., Cambridge, 1946, p. 143.

diferencia citada con frecuencia por Galeno) no los citó ni explicó, mientras que la completación periférica de la circulación mediante el paso de las arterias a las venas era para él un acto de fe ciega, del mismo modo que la transmisión de la sangre a través del séptum del corazón lo era para Galeno. Tal como ha reseñado Pagel, Harvey no era sencillamente un empírico o un mecanicista, sino un filósofo biológico. Pagel –contradiciendo a Sherrington– arguye que "la *causa final* –la razón por la cual se hace algo– es para Harvey la primaria y principal de todas las causas, en el arte al igual que en la *physis*, y para ello invoca la autoridad de Aristóteles".[183] A juicio de Harvey, la sangre circulaba para conservar el calor del cuerpo animal, el calor vital que era generado y mantenido por el corazón. Si Galeno y Fernel encontraban en el alma (entidad inmaterial que controla la estructura material) el origen del proceso y el movimiento corporales, lo mismo hicieron Aristóteles y Harvey, cuestión ésta que en ninguna parte se ve más claramente que en la obra de Harvey titulada *Sobre la generación*.

La sabiduría tradicional (a la que sigue apegada la tradición francesa) consideraba que el hígado era el principal órgano funcional de todo el cuerpo, ya que era en él donde los alimentos ingeridos se transformaban en sangre. La sangre era el material integrante de toda la estructura (huesos, carne, nervios): así, pues, la sangre salía del hígado central hacia estas partes. La atracción hacia la parte, la asimilación por ésta, la transmisión hacia delante eran las tres facultades principales de la fisiología galénica, realizadas en las venas (incluso conforme Vesalio) por tres grupos diferentes de fibras. Comparados con esta función nutritiva primaria, el papel de la respiración o el del latido del corazón eran poco importantes y confusos. En el siglo XVI médicos como Fernel solían hablar de tres "cocciones" o procesos de cambio cualitativo originados por el calor; en virtud de la primera, los alimentos recibidos por el estómago eran transformados en quilo, y éste era transportado por las venas del intestino hasta el hígado. La segunda cocción consistía en la sanguificación de este quilo dentro del hígado mismo. En las partes periféricas la sangre se convertía en carne en la tercera cocción. Las cocciones eran promovidas por el calor animal (de aquí el término) y en el siglo XVI los autores habían comenzado a comparar la segunda cocción con la fermentación, proporcionando así la primera analogía "química" con alguna parte del proceso digestivo (Galeno ya había comparado la respiración con la acción de quemar).

[183] PAGEL, Walter: "William Harvey revisited. Part 1", en *History of Science,* 8, 1969, p.6.

Si bien el curso principal de la sangre nutritiva iba radialmente hacia fuera desde el hígado, podían producirse revulsiones de la sangre hacia dentro (como, por ejemplo, cuando la sangre abandona una extremidad alzada y ésta se entumece o cuando una persona se desmaya) y era bien sabido que la materia podía moverse hacia dentro con o a través de la sangre desde la periferia del cuerpo. El "envenenamiento de la sangre" podía subir por el brazo del enfermo desde un dedo herido, mientras que el Fantasma de Hamlet se lamenta del

> *...maldito hebenón*
> *que veloz como el azogue atraviesa*
> *las puertas y callejones naturales del cuerpo.*[184]

Existía, pues, algún concepto tradicional del movimiento complejo de la sangre en el cuerpo, aunque se concebía principalmente como nutrimento que absorbían las partes alejadas del centro.

3.2.2. **La circulación de la sangre.**

Si hablamos de la sangre, en Europa el primero en publicar una descripción de la "circulación menor" de la sangre fue precisamente el español Miguel Servet (1511?-1553), en una obra en la que exponía sus conceptos unitarios de la Deidad, *Christianismi restitutio* (1553); a causa de este texto Calvino le condenó a la hoguera en Ginebra.[185] El principal interés de Servet era su cristianismo purificado y, aunque ejerció la medicina durante muchos años después de estudiar en la universidad de París, nunca llegó a obtener el título académico. En París habían alabado mucho su habilidad para la anatomía (al igual que la de Vesalio, que fue casi contemporáneo suyo allí). La circulación menor aparece en este último y fatal libro cuando el autor describe cómo el Espíritu Santo penetra en el cuerpo humano. Servet nos dice que el espíritu natural tiene su génesis en el hígado y es transformado por la sangre venosa, mientras que el espíritu vital tiene su sede en el corazón y se difunde por medio de las arterias. En tercer lugar,

[184] *Gates*, por supuesto, es aquí un vocablo esencialmente danés que significa calle o camino y no, como en inglés, puerta o válvulas.
[185] Solamente se conservan tres ejemplares del texto. Se imprimió en enero de 1553; Servet fue ejecutado el 27 de octubre de 1553. El pasaje apropiado aparece traducido al inglés en O'MALLEY, C. D.: *Michael Servetus,* American Philosophical Society, Filadelfia, 1953, pp. 202-208.

el alma-espíritu, "un rayo de luz, por decirlo así", se halla en el cerebro y los nervios. "En todos estos reside la energía del espíritu único y de la luz de Dios." A continuación Servet detalla el origen del espíritu vital en el ventrículo izquierdo del corazón, aunque en realidad más bien se forma en los pulmones "de una mezcla de aire inspirado con sangre elaborada, sutil, que el ventrículo derecho del corazón comunica al izquierdo". En contra de lo que se supone comúnmente, esta comunicación entre los ventrículos no se realiza a través del séptum, sino a través de los vasos pulmonares y los pulmones. La función de los pulmones es "elaborar" la sangre mientras la mezcla con aire se efectúa en la vena pulmonar. Servet da como cierta la existencia de unos canales que conectan arteria y vena en el pulmón mismo y arguye que la arteria es demasiado grande para abastecer sólo al pulmón. Está claro que sus conceptos fisiológicos no son muy distintos de los de Galeno; sigue imaginando que en la vena pulmonar hay aire además de sangre y, al igual que Galeno, sitúa la generación de espíritu vital en el ventrículo izquierdo. Se puede observar que Galeno no excluyó la posibilidad de que un poco de sangre llegara al lado izquierdo del corazón por esta ruta, en la que insiste Servet. Así, al menos, lo entendía Harvey cuando escribió esto:

Por lo que dice Galeno, aquel gran hombre, aquel padre de los médicos, parece que la sangre pasa a través de los pulmones desde la arteria pulmonar hacia las diminutas ramas de las venas pulmonares, empujada tanto por los latidos del corazón como por los movimientos del pulmón y del tórax.[186]

Ahora lo que más nos sorprende de la breve exégesis de Servet es la insistencia en el cambio cualitativo, elaborativo que se produce en la sangre debido a su paso por los pulmones, lo cual de hecho, explica la necesidad de tal paso. Harvey no dio explicaciones similares; su ulterior tratado *Sobre la respiración*, al que se alude una vez en *Sobre el movimiento del corazón*, no ha llegado hasta nosotros. Como si discutiese directamente contra Servet (al que sin duda jamás había leído) Harvey argüiría, en su *Segunda disquisición contra Riolán* (1649), que las diferencias entre sangre arterial y sangre venosa son insignificantes y que la hipotética diferenciación del fluido de los vasos en "sangre" y "espíritus" de varias clases era simplemente imaginaria; una y otra vez repite que "la sangre arterial no difiere esencialmente de la sangre venosa"; si es

[186] HARVEY, William: *On the motion of the Herat and blood in animals,* trad. de Robert Willis, cap. VII; edición Everyman, 1907, p. 53.

más colorada a los ojos –sobre todo la que hay en los pulmones–, "sabemos cómo se filtra a través del tejido pulmonar".[187] Y el motivo de estas afirmaciones es evidente: Harvey creía que la finalidad de la circulación era devolver la sangre agotada al corazón, desde donde, revivificada y calentada, volvía al cuerpo. Los pulmones, para Harvey, son un accesorio del corazón en lugar de ser éste un accesorio de aquéllos.

De los autores que, entre Servet y Harvey, escribieron sobre el sistema cardiovascular el que más se aproximó al concepto de la circulación sistemática fue Andrea Cesalpino (1519-1603), que abandonó Pisa, donde había sido profesor de medicina y director del jardín botánico, en 1592, como hizo también Galileo. A diferencia de éste, pero al igual que Harvey, Cesalpino era un ferviente admirador de Aristóteles y, de acuerdo con la tradición aristotélica, consideraba al corazón como el órgano central del cuerpo. En los dos textos de las *Quaestionum medicarum* (1593) se advierte que comprendía que las válvulas de las venas proclaman un flujo hacia dentro de la sangre venosa, sin la consiguiente remodelación de la teoría galénica. "Dicho de otro modo –escribe Walter Pagel–, Cesalpino se detuvo antes de seguir una línea que le hubiera llevado a anticiparse al descubrimiento de Harvey."[188] Es verdad que concibe una *circulación* de la sangre, pero para él éste era un término casi alquímico que indicaba la elaboración de sangre en los pulmones, como en el vaso de reflujo llamado "pelícano".

3.2.3. **William Harvey.**

William Harvey (1587-1657) comenzó sus estudios de medicina en Padua en 1597, año de su graduación en Cambridge. Permaneció en Padua hasta 1602: "era muy colérico", relata Aubrey, "y en sus años de juventud llevaba una daga (siguiendo la moda de entonces), pero este doctor era propenso a sacar su daga a la menor excusa". Tenía por maestro a Fabrizi d'Acquapendente, y siendo "el primero que sintió curiosidad por la Anatomía en Inglaterra", difícilmente habría podido tener mejor profesor: el descubrimiento de Harvey nació obvia y directamente de la escuela italiana, a cuyos integrantes hace frecuentes alusiones. Es imposible saber con seguridad si fue en Inglaterra o en Italia donde Harvey empezó a sentir admiración por la filosofía biológica de Aristóteles, mas Pagel la atribuye a su experiencia en Padua: "lejos de ser

[187] *Ibid,* pp. 140, 146.
[188] PAGEL, Walter: *William Harvey`s biological ideas,* Basilea y Nueva York, 1967, p. 175.

esto un indicio de atraso intelectual por parte de Harvey", prosiguió Pagel, refiriéndose al distinguido estudio de epistemología en Padua durante el siglo XVI, la lealtad de Harvey "demuestra cuán abierto estaba al modernismo científico aristotélico de una escuela continental", modernismo que abarcaba los métodos técnicos de disección comparado-anatómica así como metodología científica.[189] Si bien donde más explícita resulta la admiración de Harvey por el antiguo maestro es en su obra posterior *Sobre la generación* (1651), también resulta obvia en el último capítulo de *Sobre el movimiento del corazón*, donde, a decir verdad, se nombra a Aristóteles varias veces y Harvey se deleita haciendo gran variedad de comparaciones de sistemas cardiovasculares pertenecientes a diferentes clases de animales, siguiendo su propio precepto de que está claro que se equivocan aquellos que, al mismo tiempo que pretenden hablar de morfología animal en general, limitan sus investigaciones al cadáver humano. "Así, la naturaleza", concluye con palabras que hubieran podido ser del propio Aristóteles, "siempre perfecta y divina, que no hace nada en vano, ni ha dado un corazón allí donde no hacía falta, ni lo ha producido antes de que sus oficios fueran necesarios". De esta reversión, por decirlo así, de la fisiología galénica a la del maestro más antiguo, Harvey, "impregnado de Aristóteles –escribe Pagel– profundamente arraigado en su personalidad", era plenamente consciente, y nunca más que en los últimos párrafos de su gran libro, donde declara:

¿Tampoco vamos a estar menos de acuerdo con Aristóteles en lo que concierne a la soberanía del corazón, ni vamos a inquirir si recibe sentido y movimiento del cerebro? ¿Si sangre del hígado? ¿Si es el origen de las venas y la sangre? Y más de la misma descripción. Los que presentan estas proposiciones contra Aristóteles pasan por alto o no comprenden correctamente los argumentos principales, en el sentido de que el corazón es la primera parte que existe, y que contiene dentro de sí sangre, vida, sensación, movimiento, antes de que el cerebro o el hígado existiesen o hubieran aparecido claramente o, en todo caso, antes de que pudieran cumplir alguna función.
El corazón, prosigue Harvey, especie de criatura interna, es anterior al cuerpo al que sigue; como el Sol para Copérnico, es "como el príncipe en un Reino", del mismo modo que al Sol "bien se le pudiera designar el corazón del mundo".[190]

[189] *Ibid,* p. 19.
[190] HARVEY, *loc. cit.* (en nota 186), pp. 57, 104, 105.

No obstante, Harvey *era* un moderno, y jamás lo era más que en los aspectos experimentales y mecánicos de la investigación del corazón, donde a los ojos modernos (de todas formas) su teoría de la circulación parece desarrollada del todo y perfectamente demostrada. Al describir la "armonía o ritmo" de las contracciones casi simultáneas de aurículas y ventrículos, donde sólo es visible un movimiento, explica:

Tampoco es esto por ninguna otra razón que la de estar en una pieza de maquinaria en la cual, aunque una rueda da movimiento a otra, todas las ruedas parecen moverse simultáneamente...Lo mismo sucede en el tragar: mediante la elevación de la raíz de la lengua y la compresión de la boca, el alimento o la bebida es empujado al interior de las fauces...Sin embargo, todos estos movimientos, aunque ejecutados por diferentes y distintos órganos, suceden armoniosamente y en tal orden que parecen constituir un solo movimiento y acto...[191]

Iríamos demasiado lejos si afirmáramos que Harvey compara estos movimientos corporales involuntarios, concentrados y rápidos con el funcionamiento automático, eslabonado, de las piezas de una máquina, *excepto* en el sentido de que ambas series de acontecimientos pueden ser consecutivas aunque aparezcan simultáneas a los ojos. Pese a ello, qué significativa es la comparación. Por otro lado, Harvey no dice que el sistema cardiovascular se reduzca a un complejo de bombas y conductos –al contrario, deja bien claro que es mucho más–, mas gran parte de su argumento depende de la validez del análisis hidráulico: *de facto*, invoca en silencio el principio de la continuidad hidráulica según el cual el ritmo de flujo a través de todas las partes sucesivas del sistema debe ser constante. Harvey no expone su argumento *como si* el corazón fuera una bomba mecánica; las válvulas, chanaletas; las venas y las arterias, conductos; la sangre, un fluido corriente, etc.; aunque, por otro lado, es muy posible que este "como si" pertenezca más bien a la etapa de demostración que a la de descubrimiento primario. Aún así, la historia de las válvulas de Boyle, pese a ser aristotélica porque nos muestra que Harvey confiaba en que "una causa tan providente como la Naturaleza no habría querido tantas válvulas sin designio", muestra además qué primario era el interés de Harvey por la naturaleza y la dirección del movimiento del fluido, y el propio Harvey dice que el volumen del flujo se presentaba como un problema primario. En una etapa

[191] *Ibid,* p. 37.

posterior, tal vez no hallemos en toda la ciencia del siglo XVIII nada que parezca más obviamente moderno, más representativo del método científico, que el cómputo en principio de Harvey del ritmo de flujo de sangre a través del corazón "asumido meramente como base para el razonamiento", del cual extrae la conclusión de que en una media hora la cantidad que pasa por el corazón debe como mínimo sobrepasar la que contiene todo el cuerpo. Es difícil imaginarse a Aristóteles, enemigo acérrimo de lo mecanístico y lo cuantitativo en biología, haciendo similar valoración; Galeno la habría comprendido, mas también la habría dejado a un lado alegando que atribuir similar flujo masivo, rápido a la sangre era absurdo. También aquí se presenta la posibilidad de una analogía hidráulica (moderna): los antiguos consideraban que la celeridad con que se desangraba el cuerpo a causa de una arteria seccionada era como el vaciado de un depósito, mientras que Harvey consideraba que la sangre viva, borboteante, era achicada por el corazón. La idea de la posibilidad de *movimiento* (la primera palabra del título de Harvey) de fluido debe preceder, como es natural, a cualquier otra idea de circulación y su propósito; y, al menos hasta este punto, podemos decir que al principio los prejuicios de Harvey eran más favorables a la cinemática que a la estática.

Del nacimiento y los inicios del descubrimiento de Harvey, de la marcha de su disección humana y su vivisección de animales, no sabemos si la investigación iniciada presumiblemente en Padua prosiguió en Londres, en medio de una estresada y fructífera vida profesional. La conocida alusión a la circulación que aparece en su manuscrito *Conferencias*, con fecha de 1616, se considera ahora una añadidura posterior (el texto de Harvey anota la presentación de sus puntos de vista en semejantes conferencias públicas). Por muy metafísica que fuese la predisposición del propio Harvey a favor de la solución que finalmente propuso, los argumentos que presentó a favor de ella son marcadamente positivistas. Pide que se consideren los hechos, enumerándolos con gran detalle. Aunque los datos puramente anatómicos contenían pocas cosas realmente nuevas, hizo que cada argumento fuera revelador, por ejemplo, en el estudio de la acción de las válvulas vasculares y de la correspondencia de la diástole cardiaca con la sístole arterial. Muchas observaciones que eran discordantes dejaron de serlo basándose en la hipótesis de la circulación de la sangre, como se ve de manera muy nítida en sus comentarios sobre la circulación fetal. La existencia de una intercomunicación que desaparece después del nacimiento, la conocían todos los anatomistas, pero con anterioridad a Harvey nadie había correlacionado este cortocircuito de los pulmones con la supuesta sudación de sangre a través del séptum o con su paso por los pulmones.

Quedó para Harvey la tarea de demostrar que la circulación fetal evita los pulmones porque éstos se hallan colapsados e inactivos. Cuando más original y sorprendente se manifiesta es al emplear el método comparativo: "Si los anatomistas hubieran estado tan versados en la disección de los animales inferiores como lo estaban en la del cuerpo humano, las cuestiones que hasta ahora los han tenido perplejos y llenos de dudas les habrían encontrado, en mi opinión, libres de toda suerte de dificultad".[192]

Mientras que la filosofía biológica de Harvey era renacentista, aristotélica, y creaba el futuro a partir de una valoración más rica del pretérito, su descubrimiento fisiológico, una vez propuesto, pudo integrarse en un contexto intelectual muy diferente. En sus escritos se advierten algunas señales de impaciencia ante el funcionalismo teleológico de Aristóteles y Galeno ("los medios existen porque el fin es bueno"), mas ésta no era una reacción general y en su texto *Sobre la generación*, por ejemplo, insiste en que la concepción puede producirse sin un agente material. Esta postura aristotélica podría ser considerada como positivista (no podía encontrar ningún agente material) y ciertamente el ataque furioso que lanzó contra la doctrina proteica de los "espíritus" en la *Segunda disquisición contra Riolan* (1649) parece de tal género: "Las personas de información limitada", escribe con austeridad, "cuando no aciertan a encontrar la causa de algo, muy a menudo contestan que es obra de los espíritus; y, por ende, introducen espíritus en todas las ocasiones". Tal como arguye con cierta extensión, en un pasaje que también habla directamente a la modernidad, la doctrina de los espíritus, incluso cuando es más que un "vulgar subterfugio de la ignorancia", abarca múltiples cosas, que van de los espíritus del vino (alcohol) al espíritu de fortaleza; ¿qué es el espíritu, pregunta, si no la causa invisible, desconocida, de los actos? Si hay un espíritu activo en la sangre, arguye Harvey, con una intención que es tan antigriega como antialquímica, se trata de un componente esencial de la sangre completa: está a punto de decir (pero no lo asume) que "sangre más espíritu" es simplemente una duplicación innecesaria e inútil de "sangre" a secas.[193] René Descartes (1596-1650) no tuvo ningún titubeo parecido y evitó por completo un concepto tan dudoso. También él hizo algunos estudios de anatomía, especialmente del ojo, y escribió un tratado titulado *De homine*; aunque no fue, en el *Discurso del método* (1637), el primero en apoyar abiertamente el descubrimiento de Harvey, sí fue el primero en sacarlo de un estrecho contexto profesional para demostrar su coherencia perfecta con una idea totalmente nueva de la

[192] *Ibid,* p. 42.
[193] *Ibid,* pp. 141-143.

naturaleza: la filosofía mecanicista. *De facto*, es lógico que Descartes supuso (algo que ha causado una irritación ingente a todos los historiadores de la medicina que le siguieron) que entendía la esencia verdadera del descubrimiento de Harvey mucho mejor que el autor del mismo.[194]

Inevitablemente, los intentos directos de aplicar principios cartesianos a la fisiología, pese a ser muy interesantes, produjeron resultados ingenuos. *Sobre el movimiento de los animales* (1680-1681), de Giovanni Alfonso Borelli (1608-1679), renombrado matemático y astrónomo, fue el más complejo de los ensayos que unían la geometría con la fisiología del modo que señalaron Galileo y Gassendi, así como Descartes. Borelli trató de computar la tracción mecánica ejercida por los músculos, de analizar la acción de éstos en el apalancamiento y de explicar los actos complejos que intervenían en el correr, el andar, el volar y el nadar (también Harvey se ocupó de esto en unos estudios que no se han publicado hasta hace poco, siguiendo a Aristóteles mucho antes). Varias veces intentó ver el corazón y el sistema vascular como un solo sistema hidráulico, para lo cual calculó las velocidades de flujo en los vasos, etc., de un modo que los médicos no volverían a utilizar hasta el siglo XIX. Al parecer de Borelli, el aire inspirado cumplía en el cuerpo una función puramente mecánica: las partículas de aire, comprimidas en la sangre arterial, vibraban y controlaban así, como el péndulo de un reloj, las funciones periódicas del cuerpo: "el autómata (reloj) tiene cierto parecido indistinto con los animales, por cuanto ambos son cuerpos orgánicos automotores que emplean las leyes de la mecánica y son movidos por poderes naturales".[195]

Durante algún tiempo, como dio a entender (1667) Robert Hooke , hubo dudas sobre si la presencia de aire fresco en los pulmones era necesaria para extraer algo de la sangre (los "desperdicios fuliginosos" de la fisiología de Galeno) o para agregarle algo. Sobre este punto arrojaron nueva luz las investigaciones de Richard Lower (1631-1691), médico y fisiólogo experimental además de teórico. En su *Tratado sobre el corazón* (1669), la más distinguida de las sucesoras de la obra maestra de Harvey en el siglo XVII, Lower defendió y amplió la forma original, precartesiana de la teoría: los latidos del corazón no los causaba una fermentación de la sangre, sino un aferente de espíritus que procedía de los nervios, y, si se seccionaban éstos, la pulsación cesaba. La

[194] La acusación de que R. Descartes reclamaba para sí mismo el descubrimiento de la circulación es injusta: él la atribuía a "un médico inglés". Lo único que reclamaba para sí mismo era la explicación mecánica de la diástole y la sístole del corazón.
[195] BORELLI, G. A.: *De motu animalium,* Roma, 1680-1681, II, p. 226.

sangre y no el corazón era la fuente de calor, así como de la actividad y la vida de los cuerpos; en esto parece que Lower, más nítidamente que Descartes o Harvey, ve el corazón como una bomba mecánica y nada más. Tampoco tiene el corazón nada que ver con el cambio de color de la sangre arterial, ya que este cambio puede producirse forzando el paso de sangre por los pulmones insuflados de un perro muerto, o incluso agitando sangre venosa en el aire:

...que este color rojo se debe enteramente a la penetración de partículas de aire en la sangre está bien claro porque, mientras que la sangre se tiñe de rojo en toda su masa en los pulmones (debido a que el aire difunde por todos ellos las partículas de sangre y de aquí que se mezcle más completamente con la sangre).

La sangre venosa en una vasija solamente se vuelve roja en la superficie. Lower sacó la conclusión de que el factor activo de esta transformación de la sangre era cierto "espíritu nitroso" (denominado en otras partes "alimento nitroso") que la sangre recogía en los pulmones y descargaba "dentro del cuerpo y la parénquima de la víscera" para que saliera por los poros, dejando que la sangre venosa, oscura y empobrecida, volviera al corazón. Por ende, la respiración era un proceso cuya función consistía en añadir algo a la sangre (según Lower, si el "aire viciado" causa enfermedad, tiene que haber comunicación entre la atmósfera y el torrente circulatorio); no obstante, para comprender mejor la naturaleza de esta añadidura hubo que esperar a la revolución química del siglo XVIII.[196]

Los nuevos conceptos de la sangre como fluido "mecánico", vehículo que transportaba sustancias alimenticias, componentes del aire y calor de un lado a otro del cuerpo, inspiraron una nueva técnica terapéutica: la transfusión de sangre, cuyo precursor fue también Lower. La sangre todavía era considerada como una sustancia semi-mágica y, como se creía que la sangre "mala" podía causar debilidad, frenesí o enfermedad crónica, era lógico suponer que si la sangre de un paciente humano podía sustituirse con la de un animal sano, forzosamente se produciría una mejoría. Un italiano que aseguraba ser el inventor del método de transfusión (aun reconociendo que jamás lo había intentado) incluso afirmó que dicho método permitiría un rejuvenecimiento que sería la prerrogativa de los monarcas y de nadie más. Christopher

[196] LOWER, Richard: *Tractatus de corde* (1669), trad. inglesa de K. J. Franklin en GUNTHER, R. T.: *Early science in Oxford,* IX, Oxford, 1932, especialmente pp. 164-171.

Wren (1632-1723), cuando estudiaba en Oxford, experimentó con la inyección de fluidos en las venas de animales; a causa de ello, según Sprat, los animales eran "inmediatamente purgados, vomitados, intoxicados, muertos o reanimados según la índole del Licor inyectado".[197] En 1665 varios miembros de la Royal Society pidieron que se efectuaran transfusiones de sangre entre animales e incluso se hicieron varios intentos en tal sentido; Lower investigó el asunto con detalle y logró reanimar un perro al que se había sangrado hasta dejarlo al borde de la muerte. Finalmente, en 1667, Lower llevó a cabo ante la Royal Society la transfusión de la sangre de una oveja a cierto "pobre y licencioso hombre...que estaba un poco chiflado". Por ventura el paciente salió vivo del experimento sin que se produjera ningún cambio en su estado. Este experimento lo había practicado antes que Lower el médico francés Jean Denys, que poco después causaría la muerte de un paciente; en vista de ello las transfusiones fueron prohibidas en Francia a la vez que en Inglaterra cesaban los experimentos. Diversas crónicas de la época describen las reacciones violentas producidas por la introducción de proteína animal en el torrente circulatorio humano, la cual provoca la muerte súbitamente, y sin duda gran parte del éxito aparente de estos primeros experimentos cabe atribuirlo a que la sangre se coaguló en los tubos, permitiendo solamente el paso de una pequeña cantidad. Los experimentos con las transfusiones no se reanudaron hasta el siglo XIX, momento en que se dejó de emplear sangre animal.[198]

Es cierto, por lo demás, que en *Sobre el movimiento del corazón* Harvey escribió que esta víscera no se halla "como parte distinta y separada en todos los animales; algunos, tales como los zoófitos, no tienen corazón", y prosiguió, "Puedo citar como ejemplo los gusanos y las lombrices de tierra, y los que engendra la putrefacción y no preservan su especie". Si ésta no fue meramente una oración escrita al descuido, Harvey cambió de opinión, pues en su texto posterior *Sobre la generación de animales* (1651), afirmó:

...muchos animales, especialmente insectos, nacen y se propagan a partir de elementos y simientes tan pequeños que son invisibles (como átomos volando en el aire), esparcidos y dispersos aquí y allá por los vientos; y, pese a ello, se supone que

[197] SPRAT, T.: *History of the Royal Society,* Londres, 1723, p. 317.
[198] V. A. R. y HALL, M. B.: *The correspondence of HenryOldenburg,* IV, Madison, Milwaukee y Londres, 1967, e *idem* en *Medical History,* 24 (1980), pp. 461-465.

estos animales han nacido espontáneamente, o de la descomposición, porque sus huevos no se ven en ninguna parte.[199]

Para que a esta declaración se le pudieran dar una fuerza y un significado verdaderos, fue necesario que las artes de la observación natural, de la anatomía comparada y de la experimentación biológica simple y controlada se perfeccionaran hasta lograr el mismo nivel que en la Grecia antigua. En multitud de aspectos, los conocimientos biológicos de Aristóteles eran muy superiores a los existentes en el siglo XVI; *de facto*, algunas de sus observaciones no se verificarían hasta el siglo XIX. Es asombroso verificar, por ejemplo, que su observación sensata y penetrante del proceso de reproducción de las abejas (que en sí misma no era del todo correcta) fue objeto de desatención universal hasta la época moderna, mientras que se daba crédito a cuentos fabulosos acerca de su generación en la carne de un ternero o un león muerto. Además de aparecer en las obras de muchos poetas romanos, así como de autores que escribían sobre agricultura, estos cuentos los repitieron en el siglo XVI y luego naturalistas como Aldrovandi, Mouffet y Jonson, así como los filósofos Cardan y Gassendi. Incluso el ciclo vital de la rana, que era relativamente simple, era un misterio, al menos para los naturalistas académicos.

Pese a las acotaciones de la perspectiva filosófica que refutaba a muchos naturalistas experimentales, y al propio Harvey en particular, todo enfoque de las potencialidades fundamentales de las especulaciones físico-químicas de la época, que sin duda eran toscas, la historia de la embriología nos oferta un ejemplo útil de la aplicación crítica de la observación y los experimentos al estudio de conceptos científicos de orden complejo. Ello era posible por variadas razones, las cuales apuntan algunas analogías significativas entre el estado de esta ciencia y el de las ciencias físicas que tantos progresos hacían. Para esta rama de la biología era crucial que existieran ideas que pudieran criticarse o confirmarse, problemas que exigieran investigación; esta importancia era mucho más obvia que en los terrenos puramente descriptivos. ¿Cuáles eran las aportaciones respectivas del padre y de la madre a sus vástagos? Las partes ¿"se formaban" o sencillamente "crecían"? ¿Cuál era la función del líquido amniótico, o de la circulación fetal? ¿Cómo se nutría el embrión o cómo podía respirar? En su explicación sistemática Aristóteles había intentado dar respuesta a estas cuestiones; la exactitud de su observación biológica y la finura de su razonamiento biológico fueron

[199] WILLIS, Robert: *Works of W. Harvey,* Londres, 1857, p. 321.

objeto de examen en los siglos XVI y XVII, examen que no fue menos agudo que el relativo a sus doctrinas de las ciencias físicas. De la misma manera que Galileo había esgrimido el método de Arquímedes contra Aristóteles. Harvey y Francisco Redi (1626-1678) se valieron de los métodos de observación de Aristóteles para combatir las conclusiones de Aristóteles como teórico. En embriología era tradicional dirigir la atención hacia los puntos críticos, una tradición tan real como la que existía en cosmología o mecánica. Por supuesto, las ganancias estratégicas eran mucho más escasas (no hubo ninguna revolución copernicana en embriología, ninguna mutación de ideas tan relevante y permanente como la de Harvey relativa al corazón), mas los avances tácticos en método y análisis fueron no menos reales. En la ciencia los pasos conceptuales y metodológicos hacia delante no se dan necesariamente al mismo tiempo y en ocasiones un largo período de evolución cumulativa, poco espectacular, puede ser el preludio básico de un importante cambio de ideas, de la apertura de una nueva puerta. Con ser brillantes los destellos de percepción biológica que iluminaron este período, los problemas de la biología eran demasiado numerosos y demasiado complejos para permitir la formulación de una estructura interpretativa que fuera exhaustiva y estable; hasta el siglo XIX no se eliminaron gradualmente muchos elementos limitadores de índole técnica y conceptual.

SEGUNDA PARTE:

BIOLOGÍA Y METAFÍSICA EN LEIBNIZ

CAPÍTULO 4

EL CONCEPTO DE ORGANISMO VIVO DE G. W. LEIBNIZ Y LA OPOSICIÓN A STAHL

"Mais fait indéniable: c'est la dynamique en son développement qui commande toute réflexion sur la methodologie scientifique selon Leibniz. La vraie méthode se développe au fil du travail scientifique, et elle s'explique par les exigences de développement de la science.»[200]

4.1. **G. W. Leibniz vs. G. E. Stahl.**

En una controversia famosa, Leibniz se inscribió en falso contra las tesis principales desarrolladas por Stahl en su *Theoria medica vera* (1708)[201]. Poco después de la publicación de esta obra, Leibniz redactó *Animadversiones en G.E. Stahlii Theoriam medicam veram*. Este texto fue dirigido a Stahl por un intermediario en julio de 1709[202]. A la 31 *Dubia* de Leibniz, Stahl replicó con un mismo número de *Enodationes*, acompañadas de un *Conspectus* resumiendo los puntos en debate. Una segunda ronda tuvo lugar en el intercambio con 31 *Exceptiones* leibnizianas, seguidas

[200] DUCHESNEAU, F.: *La dynamique de Leibniz,* París, Vrin, 1994, p. 12.
[201] G. E. Stahl, *Theoria medica vera, physiologiam et pathologiam, tanquam doctrinae medicae partes ver contemplativas, e naturae et artis veris fundamentis [...] sistens*, Halae, Litteris orphanotrophei, 1708.
[202] Sobre el papel de intermediario desempeñado por el teólogo pietista y exegeta bíblico Karl Hildebrandt von Canstein (1667-1719), véase la indicación proporcionada por Leibniz sobre el manuscrito LH III, 1,
5b, f.1: "Fortgeschikt an Herrn von Canstein 29 Jul." 1709 ", E. Bodemann, *Die Leibniz-Handschriften*, Hildesheim, G. Olms, 1966, 43." De Constancia, Canstein acusa recepción del envío el 6 de septiembre de 1709 comprometiéndose a comunicar el texto de Leibniz a Stahl a partir de su vuelta en Berlín por La Halla. En consecuencia, transmitirá la contraparte de Stahl a Leibniz (véase carta a Leibniz de Constancia, 1 de octubre de 1710, que Leibniz anotó de la mención: "se envió mi primer escrito al Sr. de Canstein 29. Jul. 1709"). En una larga carta a Canstein cuyo proyecto no datado se nos conservó, Leibniz reacciona al *Enodationes* de Stahl exponiendo sus principales motivos de desacuerdo e indicando que va a reflexionar sobre la consecuencia que debe darse. En inciso lateral sobre el proyecto sin embargo añadió: "sin embargo, como se compromete, me he visto obligado a replicar y sobre todo teniendo en cuenta que deseaba de hacerlo a este hábil hombre de algunos sentimientos que parecen poco favorables a la religión natural". Las tres partes de correspondencia figuran en LBr 142. Se supone que a partir de allí se encargó a Canstein también de transmitir las *Exceptiones*.

de otras tantas *Replicationes* stahlianas. Después de la muerte de Leibniz, el autor de *Theoria* publicó todo ello en forma de una obra titulada *Negotium otiosum* (1720)[203]. La crítica leibniziana se refiere esencialmente a la concepción stahliana del organismo, más concretamente sobre el vínculo orgánico presunto del alma y el cuerpo en los seres vivos fenomenales. A la teoría stahliana Leibniz se propone oponer su concepción refinada de los mecanismos fisiológicos susceptibles de dar cuenta de las leyes del organismo en cumplimiento del axioma del moderno *Omnia fieri mechanice en Natura*.

Stahl y Leibniz utilizan entonces un nuevo concepto en sus teorías, designado por el término de *organismo*[204]: por el hecho mismo, se saldan de los modelos mecanicistas de tipo más o menos cartesiano, que dominaban en una buena parte la teoría fisiológica en su tiempo. El concepto de organismo ve su significado especificarse con relación al concepto de mecanismo, más concretamente con relación a los modelos a los cuales el concepto de mecanismo devuelve. Por otra parte, el concepto de organismo sirve para articular la jurisdicción respectiva de instancias corporales y psíquicas. Pero, en este contexto analógico, la divergencia entre Leibniz y Stahl apunta una disparidad significante de orientación teórica y metodológica. A Leibniz, el concepto de *organismo* parece surgirle en los primeros años del siglo XVIII y usa este término entonces para designar, en contraste con las máquinas de fabricación humana, las máquinas de invención divina, lo que significa los cuerpos orgánicos susceptibles de un análisis de sus dispositivos integrados fuera y que se extenderían al infinito[205].

No hay ninguna duda que la teoría fisiológica original y desafiante de Stahl causaron el interés de Leibniz inmediatamente: ¿no se sitúa esta teoría en los límites extremos de las posibilidades metodológicas asociadas al mecanismo de los modernos?

---

[203] G.E. Stahl, *Negotium otiosum, adversus positiones aliquas fundamentales Theoriae medicae verae a viro quodam celebérrimo intentata*, Halae, Literis orphanotrophei, 1720. Para un resumen analítico de la controversia, cf. L.J. Rather & J.B. Frerichs, "The Leibniz-Stahl controversy – I. Leibniz's opening objections to the Theoria medica vera", *Clio Medica*, 3 (1968), 21-40; "The Leibniz-Stahl controversy – II. Stahl's survey of the principal points of doubt", *Clio Medica*, 5 (1970), 53-67; P. Hoffmann, "La controverse entre Leibniz et Stahl sur la nature de l'âme", *Studies on Voltaire and the Eighteenth Century*, 199 (1981), 237-249.

[204] El estudio queda por hacer la aparición histórica del término "organismus" o "organismo" en Leibniz y en Stahl. Contrariamente a la opinión emitida por el Sr.-N. Dumas, *La pensée de la vie chez Leibniz*, París, Vrin, 1976,.125, el término no aparece en Leibniz a partir de 1676. Es de uso claramente posterior: véase en particular, cartas a Lady Masham de finales de mayo y del 30 de junio de 1704, GP III, 340 y 356. A raíz de las conclusiones de Fr. Duchesneau, aventuraríamos la hipótesis que la fijación del concepto es contemporánea de las reflexiones de Leibniz sobre el *Essay concerning Human Understanding* de Locke.

[205] Cf. Leibniz, *Considérations sur les principes de vie et sur les natures plastiques* (1705), GP VI, 544 : « [Je n'ai pas besoin des natures plastiques immatérielles] par cette raison de la préformation et d'un organisme à l'infini […] ». Cf. aussi *Éclaircissement sur les natures plastiques et les principes de mouvement*, GP VI, 553.

¿Y el propio Leibniz no había intentado renovar la opción mecánica restaurando o legitimando, sin dejar el axioma del mecanismo, las condiciones de una aprehensión formal, o incluso teleológica, de los fenómenos físicos? Cuando nosotros lo vemos, la reforma de la dinámica parece ir junto con un sostenimiento en la cuenta del carácter integrado y finalista de las individualidades fisiológicas. Leibniz está interesado en este respeto a las condiciones específicas de inteligibilidad de las entidades orgánicas. Por ello elabora así un concepto de organismo que va a desarrollar sus efectos en las últimas versiones de su sistema, particularmente aquéllas que se identifican con el concepto de *mónada*. La crítica leibniziana de las posiciones teóricas y metodológicas de Stahl constituye un testimonio analítico importante para la posibilidad de dar cuenta de la organicidad viviente en el marco de un mecanismo reformado. Esto supone una concepción original del organismo y de la relación alma-cuerpo, constituyendo una versión a todas las aparentes antinomias que ofreció Stahl.

4.2. **La teoría orgánica y el concepto de *organismus vivo***

Ciertamente, la teoría leibniziana del organismo no había esperado constituir la lectura crítica de la *Theoria medica vera*. Así un fragmento publicado por Couturat y fechado a principios del siglo XVIII probablemente le devuelve de una manera adecuada las tesis principales de esta teoría leibniziana[206]. El contexto es el primero de una reafirmación del principio de razón suficiente como fundamento de posibles modelos para la explicación de los fenómenos corporales. Así desesperado no acude a las facultades ocultas, a las simpatías y antipatías, a los principios, a los operadores de ideas, a la fuerza plástica, a las almas y otras entidades incorporales, ni se puede justificar, en la medida en que tales conceptos no proporcionan ningún nexo concebible que liga los fenómenos a explicar. El principio de razón suficiente nos obliga a que expliquemos los fenómenos corporales de una manera de serie, lo que significa según las sucesiones continuas y graduales de estados físicos. Tal explicación descansa en las cualidades inteligibles de los cuerpos -tamaño, forma y movimiento – libre de recurrir a las fuerzas subyacentes como a razones más profundas de las propiedades geométrico-mecánicas. Leibniz conecta este proceso metodológico al axioma según el cual todo se produce mecánicamente en los cuerpos. Sin embargo, en el mismo tiempo, todas las

[206] Cf. C., 11-16. Este texto parece correlativo de la discusión sobre las naturalezas plásticas.

almas pueden explicarse *vitalmente* por las cualidades inteligibles de orden psíquico, a saber, las percepciones y los apetitos. Los fenómenos que resultaran al "cuerpo animado" del que hacemos la observación en el orden biológico, es una cuestión de doble jurisdicción epistemológica y metodológica: se trata de concebir el análisis bajo la idea reguladora de armonía entre vitalidad y mecanismo (*harmonia inter vitalitatem et mechanismum*)[207]. Así lo que se desarrolla mecánicamente en el cuerpo, es objeto de una representación vital en el alma; correlativamente, lo que se concibe en el alma bajo el método de la representación, requiere su análogo en forma de proceso mecánico en el cuerpo. En virtud de los informes de expresión regulada, las afecciones del alma pueden servir para informarnos sobre los procesos corporales y viceversa; la esfera de correspondencia sobrepasa mucho por otra parte del estricto campo de las percepciones distintas y de los apetitos conscientes, que parecen controlar a los movimientos voluntarios. Como los fenómenos orgánicos corresponden a los fenómenos vitales, las razones finales duplican la secuencia de las causas eficientes, y permiten en algunos casos anticipar sobre las explicaciones propiamente físicas: los casos mencionados a este respecto se refieren a las leyes de la dióptrica y de la catóptrica, y sobre el análisis anatomo-fisiológico *de usu partium*.

Un punto importante de la doctrina se refiere al estatuto sustancial del cuerpo animado. Leibniz distingue en efecto lo que es sustancial de lo que es accidental; y en la categoría de sustancial, distingue de nuevo sustancia y substanciado (*substantiatum*): este último concepto devuelve a algún agregado de sustancias que sea, lo que es el estatuto de todo cuerpo fenomenal como tal. Pero, entre las sustancias, es necesario contar las sustancias simples y las sustancias compuestas: los animales son de este segundo tipo, puesto que consisten en un alma y un cuerpo orgánico[208]. Ciertamente, todo cuerpo orgánico es, como tal, un agregado de vivos más elementales; y correlativamente, hay que señalar que la sustancia simple se presenta siempre tal como se dota con un determinado cuerpo orgánico. El alma hegemónica incluso está dotada de vida, permite reconocer, desde el punto de vista de la causalidad formal, un principio de unidad dependiendo de la sustancia simple, a condición no obstante de que esta unidad envuelve la diversidad representada por un cuerpo orgánico en cambio permanente, por lo tanto la serie de estados de un cuerpo orgánico que actualiza sus funciones según una

[207] Aptdo. 3, C, 12.
[208] Cf. Aptdo. 7, C. 13: "Substantia est vel simplex ut anima, quae nullas habet partes, vel composita ut animal quod constat ex anima et corpore organico".

ley interna[209].

No seguiremos aquí la evolución relativa a la mónada como sustancia simple que Leibniz integra en su texto. Nos bastará con señalar cómo se forja la unión entre la doctrina de la sustancia compuesta que constituye conjuntamente el alma y el cuerpo orgánico, y el concepto mismo de organismo. Así como la sustancia simple implica una variedad representativa interna que se extiende *ad infinitum* y que ella puede concentrarse de manera distinta en una porción determinada de su horizonte fenomenal, así mismo el compuesto de alma y cuerpo orgánico constituyendo el animal de manera permanente puede conocer fases sucesivas de desarrollo y envolvimiento: organismo seminal, crecimiento y disminución, repliegue como organismo sutil después de la muerte. Como esta naturaleza resulta de la astucia infinita de Dios, es orgánica en sus partes interiores también lejos de que se prosiga la regresión analítica. Por contraste con los mecanismos así sutilmente integrados que siguen siendo autosuficientes y desarrollan a sus estados según procesos funcionales *ad infinitum*: "y el organismo de lo vivo no es nada más que otro mecanismo más divino que progresa *ad infinitum* en sutileza"[210]. Es necesario aquí incluir que el animal es una sustancia corporal, por lo tanto compuesta de un alma y de un cuerpo orgánico: como tal, este cuerpo se concibe como un agregado de vivos más elementales, inasignables. El alma de la sustancia compuesta corresponde a una mónada dominante, el cuerpo orgánico a una máquina de la naturaleza, por contraste, a toda máquina de fabricación humana: "el animal [es esta] sustancia corporal que la mónada ejerciendo su soberanía sobre la máquina hace de él"[211]. El carácter de esta máquina de la naturaleza identificada con el cuerpo orgánico es ser un *organismo*:

[...] Je tiens non seulement que ces âmes ou entélechies ont toutes une manière de corps organique avec elles proportionné à leur[s] perceptions, mais même qu'[elles] en auront toujours et en ont toujours eu, tant qu'elles ont existé : de sorte que non seulement l'âme, mais encore l'animal même (ou ce qui a de

[209] Cf. por ejemplo, Leibniz, carta a Des Maizeaux del 8 de julio de 1711, GP VII, 535: "[...] et je tiens que chaque Âme ou Monade est toujours accompagnée d'un corps organique, mais qui est dans un changement perpétual, de sorte que le corps n'est pas le même, quoique l'Âme et l'Animal le soit. […] mais ces Vivants seront toujours indestructibles, non seulement par rapport à la substance simple, mais encore parce qu'elle [la substance simple] garde toujours quelque corps orgnique ».

[210] Aptdo. 13, C. 16: "Et nihil aliud organismus viventium est quam divinior mechanismus in infinitum subtilitate procedens".

[211] Leibniz, carta a De Volder de 20 de junio de 1703, GP II, 252: "Animal seu substantiam corpoream, quam Unam facit Monas dominans in Machinam".

l'analogie avec l'âme et l'animal, pour ne point disputer des noms) demeure, et qu'ainsi la génération et la mort ne peuvent être que des développements et enveloppements dont la nature nous montre visiblement quelques échantillons selon sa coutume, pour nous aider à deviner ce qu'elle cache. Et par conséquent ni le fer ni le feu, ni toutes les autres violences de la nature, quelque ravage qu'elle fasse dans le corps d'un animal, ne sauraient empêcher l'âme de garder un certain corps organique, d'autant que l'organisme, c'est-à-dire l'ordre et l'artifice, est quelque chose d'essentiel à la matière produite et arrangée par la sagesse souveraine, la production devant toujours garder les traces de son auteur[212].

Esta definición del organismo se encuentra aún reforzada en otros textos. Citemos los más paradigmáticos:

[...] L'organisme est essentiel à la matière, mais à la matière arrangée par une sagesse souveriane. Et c'est pour cela aussi que je définis l'Organisme, ou la Machine naturelle, que c'est une machine dont chaque partie est machine, et par Conséquent que la subtilité de son artifice va à l'infini, rien n'étant assez petit pour être négligé, au lieu que les parties de nos machines artificielles ne sont point des machines. C'est là la différence de la Nature et de l'Art, que nos modernes n'avaient pas assez considérée[213].

L'organisme des animaux est un mécanisme qui suppose une préformation divine : ce qui en suit, est purement naturel, et tout à fait mécanique. Tout ce qui se fait dans le corps de l'homme, et de tout animal, est aussi mécanique que ce qui se fait dans une montre : la différence est seulement telle qu'elle doit être entre une machine d'une invention divine et entre la production d'un ouvrier aussi borné que l'homme[214].

Por otra parte, el fragmento inédito titulado *Du rapport general de toutes choses* presenta un ángulo de enfoque interesante sobre el concepto de *organismo* incluyendo la

[212] Leibniz, carta a Lady Masham de comienzos de mayo de 1704, GP III, 340.
[213] Leibniz, carta a Lady Masham de 30 de junio de 1704, GP III, 356.
[214] Leibniz, *5 Écrit à Clarke*, Aptdo. 115-116, GP VII, 417-418.

característica de organicidad bajo el informe de expresión universal de las realidades corporales en el sistema de la naturaleza regulado por la armonía preestablecida:

Le rapport général et exact de toutes choses entre elles, prouve que toutes les parties de la matière sont pleines d'organisme. Car chaque partie de la matière devant exprimer les autres et parmi les autres y ayant beaucoup d'organiques, il est manifeste qu'il faut qu'il y ait de l'organique dans ce qui représente l'organique[215].

La tesis principal resumida en este fragmento es que la expresión general de todas las cosas en la naturaleza en virtud de la armonía preestablecida envuelve numerosas partes que son propiamente orgánicas; la existencia de estas partes orgánicas requiere por lo tanto que el informe general de correspondencia regulada de los cuerpos implica una determinación de producir lo orgánico. El atributo específico de las realidades fenomenales que implican lo orgánico entonces es designado por el término de "organismo". Las masas al parecer inertes y gruesas que parecen no traducir ninguna finalidad de organización y que representan por lo tanto una clase de caos, no son tal como aparentemente se muestran y devuelven a las determinaciones orgánicas de cuerpos elementales imperceptibles. Es notable, en estas condiciones, que lo inorgánico en la naturaleza no pueda incluirse sino por leyes causales que envuelven el poder de generar la organicidad que expresan excelentemente las realidades fenomenales designadas como vivas.

Cuando en 1709 empieza su polémica con Stahl, Leibniz hace preceder sus *Animadversiones circa assertiones aliquas Theoriae medica vera* de una breve exposición de las tesis principales en que se basa su teoría del organismo. Así el principio de razón suficiente se menciona de entrada[216]: sirve para justificar la tesis según la cual no se pueden explicar los cambios de una realidad material según las leyes del movimiento que se aplican en recurso a una conceptualización adecuada de los

[215] Cf. Leibniz, *Du rapport général de toutes choses,* pièce 74, *Vorausedition* (de A VI iv), Fasz. 2, 273. Hay que suponer que este fragmento, datado temporalmente de 1677-1695, seguramente porque los temas metafísicos mencionados en el origen del *Sistema nuevo*, son en realidad posteriores y contemporáneos de los otros textos de la primera década del siglo XVIII en los cuales aparecen el término y el concepto de organismo.

[216] Cf. Leibniz, *Animadversiones*, Introducción, Aptdo. 1, Dutens II-1, 131; *Negotium*, 1; (*Euvres* [de Stahl], VI, 13).

estados anteriores de esta realidad y la naturaleza específica de la que se derivan[217]. Lo que sigue precisa las condiciones epistemológicas de interpretación de esta tesis[218]. Si es evidente que los fenómenos materiales como tales pueden solamente analizarse con ayuda de los conceptos "matemáticos" de amplitud, figura y movimiento, es necesario sin embargo que la explicación mecánica se reduzca a las características pasivas de los cuerpos. Basándose en su reforma de la mecánica y en la dinámica como teoría integrada de las fuerzas, Leibniz profesa que las leyes de los fenómenos son de dos tipos: las unas son "matemáticas" y se refieren a la representación geométrica de los fenómenos; las otras son "metafísicas" y reflejan el hecho de que el principio activo o *entelequia* de los orígenes de los fenómenos se expresa en el orden mecánico imponiendo a éste las modalidades formales. Estas modalidades formales se encuentran representadas por los principios arquitectónicos que regulan la explicación física[219]. Leibniz menciona a propósito de esto entre otras cosas el principio de la equivalencia de la causa plena y del efecto entero, que había encargado el descubrimiento del principio de conservación de la fuerza viva, y el principio de la igualdad de la acción y la reacción[220]. Aunque todo se produce mecánicamente en el orden sustancial subyacente: las series formales personifican informes de finalidad que vinculan a sus estados sucesivos implicados en un desarrollo estrictamente conforme a la eficiencia mecánica. Pero, debido a la determinación interna de los agentes sustanciales implicados, estas series deben corresponderse según un paralelismo íntegro. Y la razón suficiente última de tales series paralelas no puede encontrarse sino en el entendimiento y la volición de Dios que garantiza y actualiza globalmente la perfecta armonía.

Ahora bien el estatuto de los organismos vivos se concibe fácilmente a partir de allí. Aunque las leyes de la eficiencia mecánica y las del orden formal y final prevalecen para el sistema completo de la naturaleza y para el detalle infinito de los fenómenos, la atención debe concentrarse en las máquinas de la naturaleza "de invención divina" por contraste con las máquinas de fabricación humana. Ilustrando de manera particular el paralelismo entre el principio formal y el principio material, entre el orden de las causas y el de los fines, las máquinas de la naturaleza implican un mecanismo que puede

[217] Cf. Leibniz, *Animadversiones*, Introducción, Aptdo. 2, Dutens II-1, 131; *Negotium*, 1; (*Euvres*, VI, 13).
[218] Cf. Leibniz, *Animadversiones,* Introducción, Aptdo. 3, Dutens II-1, 131-136; *Negotium*, 2-9; (*Euvres,* VI, 13-23).
[219] Cf. F. Duchesneau, *Leibniz et la méthode de la science,* en particular 259-379.
[220] Cf. M. Fichant, "Neue Einblicke in Leibniz' Reform seiner Dynamik (1678)", *Studia Leibnitiana,* 22 (1990), 38-68; F. Duchesneau, *La dynamique de Leibniz, op.cit.*

analizarse *ad infinitum* y que manifiesta un orden teleológico inmanente muy lejos del análisis que se esté llevando. Por contraste, las máquinas humanas solo ilustran fines predeterminados de manera externa, que desaparecen cuando se procede a la descomposición analítica de la estructura, para dejar lugar a agregados incoherentes con relación a los fines propios de la máquina[221]. Por eso Leibniz hace hincapié en el hecho de que las máquinas de la naturaleza, que representan excelentemente las sustancias compuestas animales y humanas, saben regenerarse y reproducirse, y son capaces de operaciones funcionales dependiendo de la percepción y del apetito, contrariamente a las máquinas fabricadas que carecen de autosuficiencia y autonomía funcional.

El elemento central de la teoría del organismo de hecho está constituido por la tesis del paralelismo actualizado en la convergencia de dos series particulares:

[...] Dans le corps organique du vivant, dont l'âme assume la direction particulière, quoique la source de toute action soit dans l'âme, rien cependant ne s'accomplit contrairement aux lois corporelles. De même, et réciproquement, rien ne se produit dans l'âme si ce n'est d'après ses propres lois, bien que la source de ses passions vienne de la matière. Voilà pourquoi, lorsque l'âme veut exécuter quelque chose avec succès, la machine [organique] s'incline et s'apprête spontanément (sponte sua) à exécuter cet acte à l'aide de mouvements qui lui sont inhérents (ex insitis motibus). Réciproquement, quand l'âme perçoit les changements qui s'opèrent dans le corps, elle puise de nouvelles perceptions, non dans le corps qui troublerait les lois de l'âme, mais bien dans la série des perceptions précédentes, quoique confuses[222].

Esta relación específica entre el alma, o entelequia dominante de lo vivo, y el cuerpo orgánico que le es consubstancial en el orden de la sustancia compuesta, consiste en el hecho de que el alma ejerce una función de representación de las secuencias causales con relación a los movimientos de las partes y micropartes en las cuales se enumera el funcionamiento orgánico. Como contrapartida, los estados y movimientos sucesivos del cuerpo propio y sus partes integrales realizan un plan funcional que traduce las exigencias formales y teleológicas del principio integrador y activo en que se

[221] Este punto se desarrolló en numerosos textos leibnizianos. El Sr.-N. Dumas dio un análisis convincente a pesar del anacronismo de algunas interpretaciones, cf.M.-N. Dumas, *La pensée de la vie chez Leibniz,* en particular 121-173. Se puede también referirse en el trabajo antiguo de H.L. Koch, *Materie und Organismus bei Leibniz* (1908), Hildesheim, G. Olms, 1980.
[222] Leibniz, *Animadversiones,* Introducción, Aptdo. 3, Dutens II-1, 133; *Negotium,* 4-5.

basa la máquina animada y que justifica su autosuficiencia. Para apoyar este sistema de representación de la estructura orgánica, Leibniz se ve obligado a prolongar analógicamente la experiencia reflexiva de la integración del alma y del cuerpo. Así supone que se producen modalidades infraconscientes de la percepción/apetito susceptibles de simbolizar la causalidad funcional que corresponde a la mayoría de las operaciones orgánicas. Y así postula que la realización de las voliciones y determinaciones perceptivas conscientes significa la ejecución de disposiciones orgánicas que producen secuencias funcionalmente ordenadas de movimientos en el aparato motriz sensitivo.

CAPÍTULO 5

NOCIONES DE PROCEDENCIA BIOLÓGICA EN LA METAFÍSICA LEIBNIZIANA

"Car quoyque l'ame soit une substance
simple et unique, elle n'a jamais des percepctions
simples et uniques. Elle en a tousjours tout
à la fois plusieurs distinctes dont elle se
peut souvenir, et une infinité de confuses
qui y sont atachées dont elle ne saurait
distinguer les ingredients. Cette composition
de pensées ne devant produire que d'autres
pensées composées.»[223]

5.1. **El concepto de sustancia.**

G. W. Leibniz para cambiar el sentido de la noción "mecanicista" de sustancia corpórea se basa en Aristóteles. Él está de acuerdo con los modernos en que las propiedades corporales son minimizables al movimiento de la materia, y en que todos los fenómenos corpóreos se pueden explicar de forma mecánica. Con todo, a partir de ahí surge el desacuerdo: La causa primera del movimiento es, conforme Descartes[224], Dios. Él originó, en un principio, la materia con una cantidad de reposo y movimiento. A partir de esta inmutabilidad divina deduce Descartes las leyes de la *physis*, que son causas segundas, y sirven para explicar todos los fenómenos naturales y la estructura del cosmos. La fuente del movimiento es, pues, exterior al cuerpo (proviene del primer empujón que dio Dios); y el cuerpo es, para Descartes, básicamente extensión: *res extensa.* Consiguientemente, todo en el universo se reduce a un problema mecánico: los cristales, las plantas, los animales, el ser humano mismo, todos los seres físicos, en su organismo y en sus funciones quedan sujetos a las leyes mecánicas.

[223] G.P., IV, pp. 547-548.
[224] DESCARTES, R.: *Principia Philosophiae*, en ADAM-TANNERY [eds.]: *Oeuvres,* IX-2, pp. 83-85.

Para Leibniz, sin embargo, si la causa del movimiento no habita en la naturaleza corpórea, entonces, hablando estrictamente, el movimiento no pertenece a su naturaleza, puesto que toda sustancia, que sea tal, ha de ser autosuficiente respecto de sus propiedades fundamentales. Para hacer de la sustancia corpórea propiamente sustancial Leibniz se acoge a la doctrina aristotélica de la *forma sustancial*, y establece la distinción entre *materia* y *cuerpo*. La materia no es más que la impenetrabilidad y la extensión; materia inerte, sin principio alguno de actividad y, por ende, sin movimiento. El cuerpo es una combinación de materia y un principio activo, causa del movimiento: la *forma sustancial* de Aristóteles, entendida, no en el sentido en que lo hace la escolástica –"que la forma es algo incorpóreo"–, sino como ínsita en la materia y constituyendo el cuerpo; "la forma es, pues, el principio del movimiento en su cuerpo, y el cuerpo mismo es el principio del movimiento en otro cuerpo".[225] La noción de cuerpo, exige, conforme Leibniz, agregar a la noción de extensión un principio de actividad, un principio de acción: la forma sustancial o "mente", eliminando de esta manera la referencia a Dios como la causa del movimiento en los cuerpos. Según esto, los seres humanos, los animales, las plantas e incluso los elementos químicos –dirá Leibniz–, todos son sustancias, por cuanto que están constituidos de forma (o mente) y materia, en donde la primera actúa de modo constante sobre la segunda, y al hacerlo así produce una unidad. En este modelo el elemento activo (mente) no puede actuar por sí mismo, independientemente del elemento pasivo (materia), sino a través de la materia que organiza. Sin duda, Leibniz reconoce a Descartes, la extensión es *un* atributo del cuerpo; mas, contra Descartes, sostiene Leibniz: a/ la extensión no es el *principal atributo* del cuerpo, pues de ella no resultan las demás propiedades del cuerpo: "ni el movimiento o acción ni la resistencia o pasión pueden ser derivados de ella. Ni las leyes naturales que se observan en el movimiento y en la colisión de los cuerpos surgen del solo concepto de extensión"[226]; b/ no es debido a la extensión por lo que los cuerpos son sustancias. Cada sustancia es una unión hipostática de mente (forma) y materia en continua relación. Y, si esto es así, la física cartesiana –cimentada exclusivamente en la extensión– no vale para explicar el movimiento de los cuerpos. La sola consideración de una masa extendida no es suficiente para dar cuenta de las leyes de la naturaleza; "es

[225] G.P., I, p. 22.
[226] G.P., I, p. 26.

necesario añadir algo más que tenga relación con las almas y que se denomina comúnmente forma sustancial"[227].

Leibniz, cuando sostiene que la esencia del cuerpo consiste, no en su extensión, sino en la forma sustancial (o "mente"), restablece la idea de sustancia, de manera que en lugar de dos mundos –el mundo de los cuerpos y el mundo de los espíritus– que se expanden en un flujo de fenómenos incomprensibles, ambos subsisten constituyendo un todo consistente de seres creados. [228]

5.2. **La noción de "sustancia corpórea".**

En el año 1695 Leibniz publica el texto: *Nuevo sistema de la naturaleza*, "concebido años atrás –expone–, mas no publicado por miedo a malentendidos"[229]. Y, aun cuando en la introducción anterior (*Discurso de metafísica* y correspondencia con Arnauld) sobre la sustancia, en cambio, aparecen en este ensayo varias novedades al respecto. La principal es el abandono (o cuando menos la relegación) de la teoría de la "noción completa" de la sustancia. Leibniz, sin embargo, hace más hincapié en la *dinámica*, con la noción de *fuerza* como rasgo básico de la sustancia, y como base para dar cuenta de las leyes de la *physis*. Conectando con su anterior caracterización de la sustancia como "verdadera unidad", y constatando que esta unidad no puede habitar en la materia, concluye acudiendo a la noción aristotélica de *entelequia*, reformulando así las formas sustanciales. La entelequia primitiva de Aristóteles, o su equivalente leibniziano, la *fuerza* primitiva, "no contiene sólo el acto o el complemento de la posibilidad, sino también una actividad original" [230]. La naturaleza de la sustancia consiste, ante todo, en que ella no es simplemente una capacidad o facultad de actuar, sino que de por sí actúa, caso de que nada se lo impida: "esta *virtus agendi* es inherente en toda sustancia, y siempre nace de ella alguna acción"[231].

En la obra *Specimen Dynamicum* (1695), G. W. Leibniz establece dos importantes diferenciaciones con respecto a la noción de *fuerza*:

---

[227] G.P., IV, p. 436.
[228] Cfr. en LEIBNIZ, G. W.: *Monadología. Principios de filosofía,* Biblioteca Nueva, Madrid, 2001, p. 18.
[229] *Ibid,* p. 23.
[230] G.P., IV, p. 479.
[231] G.P., IV, p. 470.

La fuerza activa *es de dos tipos, i.e., o bien primitiva, la cual es inherente en cada sustancia corpórea* per se *[...], o bien* derivativa*, que, al resultar de una limitación de la fuerza primitiva a través de la colisión de los cuerpos entre sí, por ejemplo, se muestra en diferentes grados. En realidad, la fuerza primitiva (que no es sino la entelequia primitiva) corresponde al* alma *o* forma sustancial *[...] De modo similar, la fuerza pasiva es también de dos tipos: o primitiva o derivativa. La* fuerza primitiva paciente *o de* resistencia *constituye lo que se llama* materia prima *en las escuelas (cuando se la interpreta correctamente) [...]. Como resultado la* fuerza derivativa paciente *se muestra en diferentes grados en la* materia secunda.[232]

De la aplicación de esta estructura dinámica a la metafísica, resulta que las fuerzas primitivas, activa y pasiva, de la dinámica se corresponden con la forma (o alma) y la materia de la metafísica. Ambas completan una genuina unidad, un "ente *per se*", una "sustancia corpórea":

La fuerza activa primitiva, que Aristóteles llama entelequia primitiva y que usualmente se denomina la forma de una sustancia, es el otro principio natural que, junto con la materia o fuerza pasiva, completa una sustancia corpórea. Esta sustancia es, ciertamente, un unum per se*, y no un mero agregado de muchas sustancias; de ahí que existe una gran diferencia entre, por ejemplo, un animal y un rebaño.[233]*

En la dinámica leibniziana –desarrollada básicamente en la década de los 90–, las *sustancias corpóreas* son los constituyentes básicos, las auténticas unidades del mundo; y aun cuando, en esta fase, sigue hablando de *almas* y de *formas*, éstas no parece que alcancen, en su consideración, el estatus de sustancias. El pasaje más explícito al respecto es su correspondencia con Fardella en marzo de 1690:

El alma, propia y precisamente hablando, no es una sustancia, sino una forma sustancial, o la forma primitiva que existe en las sustancias, el primer acto, la facultad activa primitiva.[234]

[232] G.M., VI, pp. 236-237.
[233] G.P., IV, p. 395.
[234] F.C., p. 322.

En efecto, Leibniz sostiene que las formas o almas son el requisito esencial de todo ente real[235]; mas por sí solas no son entidades reales completas; las unidades reales ontológicas, las sustancias simples (o individuales) son las sustancias corpóreas, entendiendo por tales, no almas, sino animales. De esta forma los cuerpos están hechos (compuestos) de sustancias corpóreas, análogas a los animales. En carta a Juan Bernoulli de septiembre de 1698 afirma:

Si me pides dividir una porción de masa en las sustancias de que está compuesta, te respondo: en ella hay tantas sustancias individuales cuantos animales o cosas vivientes o cosas análogas a éstas. Y, así, yo la divido de la misma manera que se divide un rebaño o un estanque de peces [...] Si me preguntas cómo proceder para llegar a tener algo que es una sustancia y no una colección de sustancias, te respondo: hasta que una cosa sin subdivisión quede tal que sea un animal[236].

En este período G. W. Leibniz emplea preferentemente el esquema hilemórfico para su caracterización de la sustancia, tomando como paradigma de la sustancia individual (o "simple") a la sustancia corpórea, cuya naturaleza, análoga a la de un animal, viene definida por dos principios o constituyentes, materia y forma. En 1698 escribe Leibniz a Burnett, resaltando la diferenciación de estos dos principios:

Mi opinión es, pues, que la materia no es más que una cosa esencialmente pasiva; el pensamiento y asimismo la acción no pueden ser modificaciones de ella, sino de la sustancia corpórea completa, que recibe su acabamiento de dos constituyentes: el principio activo y el principio pasivo; el primero de éstos llamado forma, alma, entelequia, fuerza primitiva; y el segundo llamado materia prima, solidez o resistencia.[237]

Y, después, en otra carta al mismo (probablemente escrita en 1699), Leibniz aplica la diferenciación entre materia *prima* y materia secunda a la distinción entre sustancias simples (las sustancias corpóreas, los animales) y los agregados (los cuerpos; un rebaño; una masa).

[235] G.P., IV, p. 483.
[236] G.M., III, p. 542.
[237] G.P., III, p. 227.

En los cuerpos distingo la sustancia corpórea de la materia; y la materia primera de la segunda. La materia segunda es un agregado o compuesto de muchas sustancias corpóreas, como un rebaño está compuesto de muchos animales. Pero cada animal y cada planta es también una sustancia corpórea, teniendo en sí el principio de unidad, que hace que sea verdaderamente una sustancia y no un agregado. Y este principio de unidad es lo que se llama alma o algo análogo a alma. Pero, además del principio de unidad, la sustancia corpórea tiene su masa o su materia segunda, que es a su vez un agregado de otras sustancias corpóreas más pequeñas, y esto se extiende hasta el infinito.[238]

Las sustancias corpóreas constituyen en esta fase (década de los 90) el ámbito íntegro de la metafísica leibniziana; y Leibniz caracteriza la naturaleza de la sustancia corpórea mediante la noción de *fuerza*; noción de la que se vale para conectar básicamente su metafísica a su física (o, en términos leibnizianos, a su "dinámica") y a su concepción biológica. Leibniz planea, así, un mundo de sustancias corpóreas, organismos, seres vivientes, como las únicas entidades reales. Incluso la *mónada* –término que empieza a emplear por esta época (la primera vez que lo utiliza es, al parecer, en su carta a Fardella en 1696) [239]– viene caracterizada aquí –y en tanto que unidad metafísica esencial– de modo muy distinto a como lo será en la *Monadología*. En su tratado *De ipsa natura* (1698) el término mónada es introducido en el modelo hilemórfico con el significado, no de alma (o forma), sino de animal (o ser viviente) con alma (o forma sustancial):

Dado que estas actividades y entelequias no pueden ser modificaciones de la materia prima o masa, cosa totalmente pasiva [...], cabe concluir que debe darse en la sustancia corpórea una entelequia primaria o primer recipiente de actividad, por ejemplo, una primitiva fuerza motriz que, además de la extensión (o lo que es meramente geométrico) y además de la masa (o lo que es meramente material), siempre actúa [...] Y este principio sustancial es lo que se denomina en los seres vivientes alma*, y en los demás seres,* forma sustancial*, y en tanto que constituye con la materia una sustancia realmente una o un* unum per se*; esto hace [*facit*] lo que yo llamo* Mónada[240].

[238] G.P., III, p. 260.
[239] F.C., p. 326.
[240] G.P., IV, p. 511.

Mediante la noción de *fuerza* Leibniz confecciona su dinámica, en oposición a la mecánica y a la metafísica de Descartes y Spinoza. Frente al mecanicismo cartesiano –que pretende explicar todos los fenómenos del mundo natural en términos de figura, tamaño y movimiento; y el movimiento como un modo de extensión (cuerpo), cuya causa (extrínseca) es Dios–, Leibniz sostiene, en primer lugar, que los cuerpos contienen en sí la fuente de sus acciones; de lo contrario, serían un mero modo de Dios –"doctrina [la spinoziana] de pésima reputación"-.[241] La causa del movimiento de los cuerpos y de sus leyes habita en los cuerpos mismos. En segundo lugar, ese principio que reside en los cuerpos y que da cuenta de su comportamiento no puede ser meramente la extensión o el movimiento; ese principio es lo que Leibniz denomina *fuerza*. Y si la fuerza habita en los cuerpos mismos, entonces éstos no son cosas inertes, no son meramente extensión, como mantienen los cartesianos, sino que están basados en auténticas unidades, que son el cimiento de las fuerzas en el mundo. En tercer lugar, la fuerza –sobre la que versa su dinámica– "arroja mucha luz para entender el verdadero concepto de sustancia".[242] Mas las sustancias a las que Leibniz atribuye la fuerza son, no las mónadas, sino las sustancias corpóreas. Las fuerzas pertenecen al *unum per se*, a los organismos, que, en esta fase de su pensamiento, constituyen las sustancias corpóreas. Y "de la fuerza de los organismos, que usualmente se denomina naturaleza, se sigue la serie de fenómenos".[243]

De este modo, la teoría de la "noción completa" de la sustancia, dominante en la fase anterior del pensamiento leibniziano (*Discurso de metafísica*) es reemplazada por la teoría dinámica de la "ley de la serie". Tras su viaje por Italia en 1687, Leibniz acrecienta su interés por la dinámica, buscando sostenerla en sus desarrollos matemáticos de los años 90. Este dinamismo, en su aplicación a la determinación de la naturaleza de la sustancia, recibe la fórmula general de la "ley de la serie", y a través de ella busca Leibniz la conexión de la dinámica –el movimiento y sus leyes– a la metafísica. La noción de *serie* tiene en Leibniz el sentido técnico de una sucesión aritmética o algebraica regulada por una *razón*, y es generalizable a una secuencia cualquiera de hechos, sucesos, razones o causas ligadas por una ley. Además, la noción de *serie* viene conjugada con las de *multiplicidad* y *orden*: "una serie es una

[241] G.P., IV, p. 509.
[242] G.P., IV, p. 469.
[243] G.P., IV, pp. 507, 562.

multiplicidad dotada de una regla de orden"[244], y, correlativamente, una multiplicidad es un conjunto [*aggregatum unitatum*] sin regla ni orden[245]. El pluralismo leibniziano adquiere, de este modo, el sentido de multiplicidades ordenadas. Hay, en primer lugar, distribución permutable de elementos según una serie; mas también hay, después, distribución de series y ordenación generalizada de una pluralidad de órdenes seriales. Leibniz se vale de la noción de serie, con sus especificaciones –que él conocía, por haberlas estudiado y desarrollado–, y aplica el esquema de una serie de términos positivos y negativos como paradigma de desarrollo y de organización en todas las materias: aparece este paradigma en *Nuevos Ensayos* para su crítica al empirismo; en la *Monadología*, para el desarrollo de la mónada; en *De rerum originatione radicali* (1697) para la evolución mundial; en *De affectibus* (1679), para el proceso del conocimiento.

Un primer rasgo de este paradigma es el de no tener ni principio ni fin. En oposición al cartesianismo, obsesionado por la búsqueda de principios, Leibniz sostiene que apuntar un origen significa detenerse, limitarse, dogmatismo. Así, en astronomía, no existe en el espacio un punto absolutamente privilegiado.

Así como no hay punto en la naturaleza que resulte fundamental para todos los otros puntos, y por así decir la posición de Dios, así tampoco veo que sea necesario concebir un instante principal.[246]

Leibniz pluraliza la revolución copernicana, manifestando que hay miles y miles de soles. El paradigma copernicano queda, entonces, relativizado: es *un* modelo (no *el* modelo, como lo es para Kant), que se ha de reiterar tantas veces cuantas sea necesario por la variación del centro; no hay un punto estático, hay infinidad. Y el progreso del conocimiento consiste en ir de sol copernicano a sol copernicano, de punto ordenador en punto ordenador[247].

En el proceso serial no existe punto original ni punto terminal; se avanza hacia el límite según una *ratio* o ley interior a la serie. Así, por ejemplo, el mundo tiene un progreso divisible continuamente al infinito, de manera análoga a como lo tiene la serie armónica de la forma *1/n*. Esta serie mundial está, conforme *De rerum originatione*

[244] G.P., II, p. 263.
[245] C., p. 476.
[246] G.P., III, p. 581.
[247] Gr., I, pp. 137-138 y 139.

radicali (1697), infinitamente abierta por el principio y por el final: por muy atrás que nos remontemos en la serie del mundo, no cabe hallar la razón plena. En una serie no hay punto de partida, o mejor, el punto de partida está en todas partes (lo que equivale a decir que no está en ninguna). Para la ordenación total es necesaria una presencia simultánea en este punto y en el otro, y así hasta el infinito, i.e., hay que estar en el lugar de Dios, o viceversa, Dios es el centro de perspectiva situado por todas partes, esto es, no ubicado. Dios es "como centro de todo y sin circunferencia en ninguna parte; todo le está presente inmediatamente sin ningún alejamiento de ese centro".[248]

Una segunda característica del paradigma serial, bien enfatizada en este período premonadológico, es que la ley de la serie es intrínseca, no extrínseca, a la serie. Y la identidad de una sustancia en distintas ocasiones queda reconocida, precisamente por

> *la persistencia de la misma ley de la serie o de la transición simple continua, que nos lleva a la opinión de que el mismo y único sujeto o mónada está experimentando cambios. Que deba darse una ley persistente, que incluya los estados futuros de lo que concebimos como lo mismo, es justamente lo que afirmo que constituye la misma sustancia.*[249]

En el solar de las sustancias, la ley serial constituye un principio metafísico, el responsable de la generación de los sucesivos estados de una sustancia: "cada una de ellas contiene en su naturaleza la ley de la continuidad de la serie de sus operaciones".[250] De este modo, Leibniz busca una explicación de las leyes naturales que trascienda la mera apelación al arbitrio divino. Las leyes naturales son leyes *insitae*, i.e., leyes fundamentales en las naturalezas de las cosas, de forma que incluso las leyes mecánicas necesitan una fundamentación en un principio formal, no-material;[251] y este "principio formal" que basa las leyes de la dinámica es la potencia activa primitiva de las sustancias. Por ende, las leyes de la dinámica son, en última instancia, expresiones de la naturaleza esencial de la sustancia; y "la esencia de la sustancia consiste en la fuerza primitiva de actuar o ley serial de sus cambios".[252] La ley de la serie de cualquier sustancia individual es entendida como una *función*, generadora de una serie de estados

[248] G.P., VI, p. 604.
[249] G.P., II, p. 264.
[250] G.P., II, p. 136.
[251] G.P., IV, p. 391; pp. 478-479.
[252] G.P., II, pp. 171; 262.

ordenados, que manifiesta el lazo causal entre la fuerza activa primitiva y las fuerzas derivativas de los cuerpos (las modificaciones o estados sucesivos de la sustancia).

La fuerza derivativa es el estado presente en tanto que tiende a, o en tanto que precontiene, el estado siguiente del modo como todo lo presente está grávido de futuro. Mas lo que persiste, en la medida en que envuelve todos los casos, tiene fuerza primitiva, puesto que la fuerza primitiva es la ley serial, mientras que la fuerza derivativa es la determinación que designa un término particular de la serie.[253]

Toda partícula de materia está dotada de su fuerza, que es la causa, fuente o ley de todas sus mutaciones. Esta forma de causalidad es la esencia de la actividad; la cual es metafísicamente necesaria a la sustancia. La explicación de las operaciones de las cosas que constituyen el mundo en términos de las naturalezas de esas cosas es, por ende, una explicación no-milagrosa, como sucede en el sistema de las causas ocasionales, que coloca en Dios la fuente de toda actividad causal. Leibniz no está de acuerdo con esta apelación al *Deus ex machina*.

Hay que reconocer, pues, un principio interno de acción; de lo contrario no habría principio de acción natural; ni habría mutación alguna natural. Porque, si el principio de acción fuese externo a todas las cosas e interno a ninguna, no se encontraría en ninguna parte, viéndonos obligados a recurrir, como los ocasionalistas, a Dios como único agente. Por tanto, este principio es interno a todas las sustancias simples, al no haber razón para que deba estar en una más bien que en la otra, y consiste en la progresión de las percepciones de cada mónada, y nada más contiene la naturaleza entera de las cosas.[254]

Consiguientemente, en la serie sustancial, como en la serie de los números, la ley es interna a la serie. De ahí deriva un tercer rasgo del paradigma serial: el de proporcionar *un* (o mejor, *el*) método de investigación de las leyes naturales. Dado que todas las cosas creadas llevan en sí una determinada ley, razón o naturaleza, causa de su desarrollo, resulta de ahí que todo está conectado por razones, "de manera que aquel que fuese lo suficientemente clarividente podría leer en el presente de la serie el porvenir y el pasado, y asimismo el estado de todo el universo, en el de cada parte".[255] Cada

[253] G.P., II, p. 262.
[254] G.P., II, p. 271.
[255] G.P., III, p. 383.

modificación o estado de la sustancia individual es un término de su serie, que viene constituido como tal, en la serie, por una razón. Por eso

resulta útil la investigación de las leyes naturales en las series; y si una misma cosa se deja descubrir en muchas series, de modo que se encuentra como en el nudo, i.e., en la intersección de diversas series, entonces se la conoce de manera tanto mejor.[256]

Los caminos de series son múltiples, y para su ordenamiento (orden de segundo grado) Leibniz dispone de otra noción esencial en su pensamiento: la noción de *función*. El término es empleado en sentido matemático (función analítica) por primera vez por Leibniz,[257] y es ampliado su sentido (más allá de las cantidades numéricas) por Euler en el siglo XVIII. La función, entendida en este sentido ampliado, coincide con lo que Leibniz llama *razón*: "me encuentro con que se puede dar la solución siempre que está dada la *razón* entre dos funciones cualesquiera. Llamo funciones a la abscisa, la ordenada, la cuerda, la tangente, la perpendicular...".[258] Y adquiere en el sistema leibniziano el sentido moderno de correspondencia reglada entre elementos cualesquiera pertenecientes a múltiples series (series de operaciones que, conduciendo a las mismas correspondencias, son distintas, aunque sus resultados sean equivalentes). En el sistema leibniziano existe, por un lado, múltiples órdenes de series, según razón; y, por otro lado, correspondencias funcionales (según razón), i.e., las *analogías* entre esos órdenes heterogéneos. Y las correspondencias funcionales (las conexiones biunívocas de órdenes) constituyen una prueba tan rigurosa como las secuencias de las proporciones y de las razones.

Del modelo de serie aplicado a la sustancia resulta una cuarta característica dependiente ahora ya, no de la forma (o razón) de la serie, sino del argumento: las sustancias, como los números, se desarrollan en serie; mas, ¿cuál es esa ley o razón que ordena la serie y las series entre sí? La respuesta genérica es que todo lo dado en el mundo de las cosas creadas se desarrolla según (obedece a) la *ley* o *principio de razón*. Y ulteriormente el principio de razón recibe especificaciones múltiples; tantas, cuantos son los dominios de aplicación; concretando aún más: incluso dentro ya de un dominio,

[256] C., p. 544.
[257] G.M., V, p. 268.
[258] G.M., II, p. 186.

como el de la metafísica, la ley o principio de razón queda especificado de diferente modo, según que su argumento, la sustancia, sea comprendida como sustancia corpórea (período de su dinamismo) o como mónada (período monadológico).

En su aplicación a la sustancia corpórea el "principio de razón" viene formulado como "principio de la conveniencia" o "ley de lo mejor"[259]; y "del principio de lo conveniente surge la doctrina de la acción o dinámica".[260] Puesto que todo lo que existe (hay) en el mundo son sustancias corpóreas y cada sustancia lleva en sí la ley o razón (principio metafísico) de su serie, las leyes del mundo (las leyes naturales y los principios de la mecánica, que son las primeras leyes naturales) quedan ligadas (obedecen) a principios metafísicos. Y así como el principio metafísico –principio de lo conveniente (razón de la sustancia)– no es absolutamente necesario, así también las leyes naturales no son absolutamente necesarias:

todo en la naturaleza sucede mecánicamente, pero los principios del mecanicismo son metafísicos, y las leyes del movimiento y de la naturaleza han sido establecidas, no con absoluta necesidad, sino por voluntad de una causa sabia; no por un mero arbitrio, sino por la conveniencia de las cosas.[261]

Leibniz adopta, pues, una postura intermedia entre el necesitarismo spinociano y el voluntarismo cartesiano:

Los cartesianos piensan que las leyes de la naturaleza vienen establecidas por una simple voluntad, sin razón alguna [...]. Otros [Spinoza] consideran que pueden demostrarse por necesidad geométrica. Ni lo uno ni lo otro es verdad [...]. Surgen de lo conveniente o lo mejor.[262]

¿En qué consiste el *principio de lo conveniente* o *de lo mejor*? En su especificación en el mundo de las cosas creadas viene también formulado como la ley (o razón) de las *existencias* (de las cosas) o ley de la contingencia, en tanto que las existencias son diferentes de las *esencias* (*posibles*).[263]

[259] C., p. 528.
[260] C., p 526.
[261] G.P., VII, p. 344.
[262] G.P., III, p. 550.
[263] G.P., IV, p. 438.

El principio de lo conveniente o lo mejor, en tanto que vigente en el mundo natural implica, en primer lugar, la rehabilitación de las causas finales, previa admisión de un supuesto no probado[264]: la existencia es preferible a (mejor que) la no-existencia. A partir de ahí, sí: de todo hay (y se pueda dar) razón. Y por ende, dado el mundo, éste tiene razón, ley, orden: Dios. Dios es la racionalidad misma exigida por el mundo. El *principio de lo conveniente* o *de lo mejor* tiene, por tanto, doble expresión en el mundo (en correspondencia con el doble ordenamiento serial antes señalado).

A/ Como razón o ley de la serie (ley de la existencia) de cada sustancia corpórea establece (es) "el grado de esencia o de realidad" entre los posibles (o esencias). En este primer nivel, dado el mundo de los posibles (o las esencias), la razón u orden de la serie es la proporción de su perfección, grado de esencia o de realidad:

Todos los posibles que tienen esencia o realidad posible tienden a la existencia con igual derecho, según la cantidad de esencia o realidad, o según el grado de perfección que contienen; pues la perfección no es sino cantidad de esencia.[265]

La cantidad de esencia de cada cosa es la razón para su existencia; cada posible está dotado de una fuerza proporcional a su realidad. En la "lucha por la existencia" rige el principio (esto es, la ley) de lo mejor (siendo lo mejor lo que más esencia posee). Hay un segundo aspecto en este primer ordenamiento: la misma serie (es decir, la existencia) puede venir ordenada (por la ley de lo conveniente o de lo mejor) de variadas formas, pero idénticas. Con todo, *de facto*, viene ordenada por la ley o la vía "más sencilla" (principio de simplicidad). ¿Por qué así? Porque la naturaleza sigue siempre la vía "más determinada" y "más simple".[266] En su concepción de la naturaleza Leibniz está sólidamente arraigado en Aristóteles. Para éste la *physis* es regular, cual artesano cuidadoso, "que no hace nada irracional ni vano", "que no rechaza nada que pueda aún ser utilizado", "que obtiene siempre lo mejor dentro de lo posible" .[267] Este enfoque aristotélico está en buena parte presente en G. W. Leibniz. Las leyes de la *physis* se basan en las naturalezas de los seres creados; la naturaleza produce efectos *ordenados*; y el orden más perfecto, en el cálculo combinatorio, es el más simple; el mejor orden optimiza la combinación de leyes simples con mayor pluralidad de fenómenos.

[264] Cfr. RUSELL, B., 1900, p. 39.
[265] G.P., VII, p. 303.
[266] G.P., VII, p. 274.
[267] *Del cielo,* 288 a, 30; 290 a, 30; 291b, 13; *De la generación de los animales,* 744b, 16).

B/ Como razón en el nivel de las existencias que forman el mundo, el principio de lo conveniente o de lo mejor es la razón o ley de la serie mundial; constituye un ordenamiento de segundo grado: es un orden, no de cada serie, sino de las series; y también tal vez la razón o ley de la existencia del *systema rerum* (del mundo) es la proporción de su perfección, comprendiendo por el orden más perfecto "aquel que es, al mismo tiempo, el más simple en sus hipótesis y el más rico en fenómenos".[268] En la lucha por la existencia de los posibles, tomados, no cada uno por indiviso, sino en conjunto, i.e., los igualmente posibles, rige el principio o ley de la *composibilidad*: los posibles con el mismo grado de esencia o realidad forman una multitud infinita de posibles combinaciones. Mas la combinación que inexorablemente se ejecuta es la que contiene el mayor número de ellos. Por ejemplo[269], sean A, B, C, y D cuatro posibles igualmente posibles (con el mismo grado o cantidad de esencia o realidad); supongamos que A, B y C son entre sí compatibles, mas incompatibles con D; en tanto que D es incompatible con A y B y compatible con C. La combinación que se ejecuta (en virtud del principio de composibilidad) es la combinación ABC, puesto que si existiera D, sólo podría existir la combinación CD, que es menos perfecta que la combinación ABC. Por ende, en la pugna por la existencia de todos los posibles gana siempre la combinación que integra el mayor número de *composibles*.

La ley de las existencias recibe, de esta forma, un formulación matemática: la determinación de la combinación ganadora (con existencia) se minimiza a uno de los problemas de máximos y mínimos, para cuya resolución precisamente había inventado Leibniz el cálculo infinitesimal. Y "siempre hay en las cosas el principio de determinación que debe extraerse de lo máximo y lo mínimo, o sea, que se obtenga el máximo efecto a partir de lo mínimo dado".[270]

Las leyes de la *physis* (extraídas de principios metafísicos) se rasgan, conforme esto, por su sencillez. G. W. Leibniz se acerca así considerablemente a la concepción de Aristóteles de la naturaleza y, mediante el principio de lo conveniente o lo mejor, reestructura (contra F. Bacon, R. Descartes y B. Spinoza) el uso de las causas finales en física. Dios (o la naturaleza) actúa siempre "por las vías más fáciles y más determinadas".[271] De ahí que "todas las cosas en la naturaleza entera pueden demostrarse, bien por las causas finales, bien por las causas eficientes. La naturaleza no

[268] G.P., IV, p. 431.
[269] G.P., VII, p. 194.
[270] G.P., VII, p. 303.
[271] G.P., IV, p. 447.

hace nada en vano; la naturaleza actúa por las vías más breves, con tal de que sean regulares".[272]

G. W. Leibniz dedica su texto *Tentamen anagogicum* a mostrar la utilidad de la búsqueda de las causas finales en física. Y en esa búsqueda el método es el mismo que el utilizado en el "cálculo diferencial", según el cual "no se toma en consideración sólo lo más grande o lo más pequeño, sino generalmente lo más determinado y más simple".[273]

Del principio de lo mejor o de lo conveniente, junto con su especificación ulterior como ley de los composibles en la serie mundial, surge como corolario la ley (o principio) *de continuidad*. Este principio rige todo el sistema de Leibniz: "todo va por grados en la naturaleza, y nada a saltos; y esta regla, en lo que concierne a los cambios, es una parte de mi *ley de continuidad*"[274]: en matemáticas permite pasar, a través del cálculo infinitesimal, de lo discontinuo a lo continuo; en física, se pasa de lo pequeño a lo grande por grados; en psicología, las percepciones son graduales; en ontología hay también una jerarquía gradual: primeramente los posibles progresan (pasan) a la existencia según *ratio* (grado de esencia o grado de perfección); en biología sucede lo mismo, se produce un progreso gradual; luego, dentro de los existentes, hay una gradación desde las simples mónadas desnudas hasta los espíritus; no se pasa de una mónada a otra mediante saltos, sino mediante metamorfosis (la naturaleza "no está hecha a intervalos"). *"Todo está ligado, pero además todo está vivo y en continuo dinamismo"*. Por eso los espíritus, a su vez, no difieren de la divinidad sino en grado; los espíritus son otras tantas divinidades, y el reino o república de los espíritus está integrado por dioses bajo el dominio de Dios, "y esta sociedad o república general de los espíritus bajo este soberano monarca es la parte más noble del universo, y está compuesta de otros tantos pequeños dioses bajo este gran Dios".[275] En correspondencia (a desconocido) del año 1687[276] G. W. Leibniz llama a la ley de continuidad "principio del orden general", que posee su génesis en el infinito y es "absolutamente necesario en geometría, aunque se cumple también en física, puesto que la sabiduría soberana, que es

[272] L. H., IV, p. 6, 12, 15.
[273] G.P., VII, p. 271.
[274] G.P., V, p. 455.
[275] G.P., II, p. 125.
[276] G.P., II, pp. 51-55.

la fuente de todas las cosas, actúa como un geómetra perfecto".[277] El principio viene expresado en estos términos:

Cuando la diferencia de dos casos puede disminuir por debajo de toda magnitud dada en los datos o en lo que ha sido establecido, debe ser también posible hacerla disminuir por debajo de toda magnitud dada en lo que se busca o en lo que resulta; o para hablar en tono más familiar: cuando los casos (o lo que es dado) se aproximan continuamente y acaban fundiéndose el uno en el otro, las consecuencias o eventos (o lo que se busca) deben hacer también lo mismo. Todo lo cual, a su vez, depende de un principio aún más general, a saber: cuando los datos vienen ordenados, también resultan ordenadas las búsquedas.[278]

En esta formulación queda de manifiesto el carácter estrictamente matemático de la ley. G. W. Leibniz aplica sus trabajos sobre el cálculo infinitesimal al dominio de toda la realidad, i.e., en la realidad toda función es derivable y, por ende continua. Hay una dependencia funcional *f* de la serie de las consecuencias (variable dependiente) respecto de la de los datos (variable independiente): a cualquier diferencia entre dos incrementos de la variable independiente le pertenece una diferencia entre sendos incrementos (disminuciones) de la dependiente, de manera que a una serie dada de tales diferencias, tomadas en orden monótonamente decreciente, entre sendos incrementos de la variable independiente le pertenece una serie paralela, también monótonamente decreciente de diferencias correlativas entre incrementos (o disminuciones) en la variable dependiente, en donde cada uno de estos incrementos o disminuciones está en función del correspondiente incremento de la variable independiente. La derivabilidad garantiza la continuidad: que toda función es derivable significa que siempre existe el modo de pasar (multiplicando) de un incremento, por ínfimo que sea, incluso infinitesimal, en los datos, al correspondiente incremento o disminución en los valores funcionales. En su aplicación al mundo natural, la continuidad asegura que las sustancias forman una serie continua, i.e., que todos los puestos de la serie están ocupados; aseveración exigida por el principio de lo mejor o de lo conveniente, junto con el postulado del *plenum* (todo es un *plenum*, ya que el *plenum* es mejor que el

[277] G.P., III, p. 52.
[278] *Ibid.*

vacío); y bajo el supuesto, a su vez, de que cuanta más existencia se dé, mejor.[279] Por lo tanto, debe haber tantas instancias cuantas sean posibles; debe haber una serie infinita de ellas; y en la serie no debe haber lugares vacíos[280]; no debe haber ningún hiato, puesto que si dos sustancias vinieran en la serie divididas por un hiato no se vería (no podría haber) la razón suficiente por la que Dios habría pasado de la creación de la una a la creación de la otra. Y de la misma manera que existe continuidad espacial, hay también continuidad sustancial: cada sustancia espeja o refleja al universo desde *un* punto de vista; y los puntos de vista infinitesimalmente distintos, y por ende, dado que el reflejo del universo constituye la totalidad de las percepciones de la sustancia, los puntos contiguos deberán ser ocupados por sustancias infinitesimalmente distintas.[281] Las sustancias, a través del desarrollo en una serie continua e infinita, reflejan el universo.

La ley de continuidad viene, *a priori*, explicada por (no deducida de) el principio de lo mejor o de lo conveniente; mas encuentra verificación, *a posteriori*, en la experiencia: en los descubrimientos, por entonces recientes, en biología, de Leewenhoek, Swammerdam, Malpighi.[282] Por eso escribe el propio Leibniz en el año 1707 en relación a esto:

Creo tener buenas razones para creer que todas las diferentes clases de seres, cuyo ensamblaje forma el universo, son, en las ideas de Dios que conoce distintamente sus gradaciones esenciales, como otras tantas ordenadas de una misma curva, cuya unión no soporta que se coloquen otras entre ellas, ya que adolecería de desorden, y de imperfección. Los hombres tienen pues a los animales, éstos a las plantas, y éstos, de nuevo, a los fósiles, que se ligarán, a su vez, a los cuerpos que los sentidos y la imaginación nos representan como perfectamente muertos e informes. Además, puesto que la ley de continuidad exige que cuando las determinaciones esenciales de un ser se aproximan a las de otro ser y que por consiguiente todas las propiedades del primero deben también aproximarse gradualmente a las del segundo, es necesario que todos los órdenes de los seres naturales formen una sola cadena, en la cual las diferentes clases, como otros tantos anillos, tienen tan estrechamente las unas a las otras, que resulta imposible a los sentidos y a la imaginación fijar de manera precisa el punto donde una

[279] G.P., VII, pp. 303-304.
[280] G.P., V, p. 286.
[281] G.P., IV, p. 439.
[282] G.P., IV, p. 480; III, pp. 578-583.

comienza o acaba: todas las especies que bordean o que ocupan, por así decir, las regiones de inflexión y de retroceso deben ser equívocas y dotadas de caracteres que pueden referirse igualmente a las especies vecinas[283]

Del "gran principio de razón suficiente", especificado en el mundo natural como principio de lo mejor o de lo conveniente, infiere Leibniz la *identidad de los indiscernibles;* inferencia que está en estrecha vinculación con la ley de continuidad. La continuidad asegura que todos los puestos de la serie de sustancias creadas (existencias) están ocupados, en tanto que la identidad de los indiscernibles afirma que lo están una única vez. La identidad de los indiscernibles viene formulada así: "no se dan en la naturaleza dos seres absolutamente reales que sean indiscernibles".[284] O también: "no puede haber en la naturaleza dos cosas singulares que difieran sólo en número";[285] "No hay dos sustancias completamente semejantes que difieran sólo en número".[286]

G. W. Leibniz justifica esta inferencia de diversas maneras. En primer lugar, la hipótesis contraria contradiría "el gran principio"; "no es compatible con el orden de las cosas, ni con la sabiduría divina, para la que nada es admitido sin razón".[287] En segundo lugar, la necesidad (metafísica) de que haya *alguna* razón suficiente para que una sustancia ocupe un puesto en la serie[288] exige que haya una razón para que el mismpo puesto lo ocupen diversas sustancias.[289] En tercer lugar, también argumenta Leibniz que la identidad de los indiscernibles se infiere de la ley de continuidad. "He señalado también que, en virtud de las variaciones insensibles, dos cosas individuales no pueden ser perfectamente semejantes, y que siempre deben inferir en algo más que en número".[290] Finalmente, la identidad de los indiscernibles se basa en (la teoría de) la "noción completa" de la sustancia: si cada sustancia viene definida por sus propiedades, entonces la verdadera identidad se basa en la definición. La fórmula *praedicatum inest subjecto* traduce precisamente la identidad de los indiscernibles.

[283] Carta a desconocido, 16 de octubre de 1707, *apud* Guhrauer, 1842, I, p. 32.
[284] G.P., VII, p. 393.
[285] C., p. 519.
[286] G.P., VII, pp. 400-401.
[287] G.P., VII, p. 394.
[288] G.P., II, p. 420.
[289] C., p. 519.
[290] G.P., V, p. 49.

5.3. **El concepto de "mónada"**

Vamos a tratar en este epígrafe del tema que más ha atraído la curiosidad y el interés de los investigadores sobre Leibniz.

Cuándo, por qué y desde dónde le vino a G. W. Leibniz el término "mónada". La cuestión no es irrelevante pues, como bien se sabe, dentro del título de las palabras se camuflan a veces connotaciones semánticas insospechadas, como es el caso del término teóricamente más relevante del sistema leibniziano, sobre el que el pensador jamás hizo declaración explícita alguna.

El hecho de que G. W. Leibniz empleara por vez primera esta expresión en una carta al matemático De l'Hospital, con fecha de 12/22 de julio de 1695, coincidiendo con la presencia, aún no física, mas sí espiritual de Van Helmont en Hannover, ha hecho pensar a muchos investigadores que, efectivamente, Leibniz debe al *Corpus Helmontianum* el término "mónada". [291] Así Stein, Feilchenfeld, Mahnke, Politella, Becco y otros[292]. Por el contrario, la evidente similitud existente en determinados motivos y Fuentes generales entre G. Bruno y Leibniz, y la circunstancia de que incluso alguno de los libros del Nolano se inscriben justamente con este título, a llevado a otros en esta dirección o a pensar en una Fuente común de inspiración pitagórica. Brunhoffer, Friedmann, Hutin, por ejemplo, son de esta opinión[293].

En nuestra opinión, creemos que la búsqueda del término "mónada" tiene en sí menos interés que lo que tal búsqueda nos posibilita descubrir: la evolución interna de la filosofía leibniziana que, efectivamente, entre esos años 1695-1696 señala un giro decisivo hacia la "simplicidad" de la sustancia y encauza a Leibniz por los senderos del Vitalismo organicista, aspectos ambos que no aparecen, al menos con la misma nitidez y precisión, en escritos anteriores. Y este sí que es un asunto verdaderamente relevante. Si tal giro se verifica, podremos decir, sin reparo a equivocarnos, que autores como Van Helmont está en el fondo con toda su carga "vitalista", aunque Leibniz no tomara de manera directa de él el término "mónada", sino que lo recogiera del ambiente kabbalístico y de la Tradición teosófica.

---

[291] ORIO DE MIGUEL, Bernardino: *Leibniz y la tradición teosófico-kabbalística: Francisco Mercurio Van Helmont,* Ed. Universidad Complutense de Madrid, Madrid, 1993.
[292] *Ibid,* p. 206.
[293] BRUNHOFFER, H.: *Giordano Bruno's Lehre von Kleinsten als die Quelle der Praestabilierten Harmonie des Leibniz,* Leipzig, 1899 ; FRIEDMANN, G. : *Leibniz et Spinoza,* París, 1946 (1962), p. 269, 158, nota 339.

La doctrina monadológica de Leibniz constituye el culmen de sus consideraciones sobre la noción de sustancia. Conforma, por ende, su sistema metafísico último, que viene expuesto, básicamente, en la *Teodicea* (1710), *Principios de la naturaleza y de la gracia* (1714) y de modo íntegro y sistemático en la *Monadología* (1714).

La teoría de las mónadas, aunque coherente con sus consideraciones anteriores acerca de la sustancia, le permite a Leibniz solucionar algunos problemas (la conexión entre las leyes de los cuerpos y las leyes de las almas, por ejemplo) todavía persistentes en su teoría dinámica de la sustancia, a la vez que muestra la proclividad de Leibniz (a partir de 1700) hacia el reduccionismo metafísico: entendidas las sustancias como mónadas, la realidad entera consta de mónadas.

Todas las sustancias creadas en el mundo satisfacen los principios metafísicos de lo conveniente y de continuidad; vienen, así, explicadas a través del "reino del poder", i.e., a través de las causas eficientes. Mas eso no es toda la explicación. La explicación íntegra de cada ser en el mundo exige, en contra de Descartes (*Principia*, I, p. 28) y de Spinoza (*Ética*, I, Apéndice), apelar al "reino de la sabiduría" (o "de la gracia"), i.e.., a las causas finales. "Ambos reinos se interpenetran por doquier sin confundir o perturbar sus leyes"[294]. La simple explicación mecánica de la naturaleza resulta incompleta: no cubre el comportamiento de los seres vivos. Y, conforme Leibniz, todo está lleno de vida y de percepciones[295]. Desde este vitalismo sustancial, Leibniz conforma su noción de *mónada* y estructura su más completo sistema metafísico.

El presupuesto esencial del vitalismo es que todo lo que hay en el mundo tiene vida. La materia, incluso la más fluida, consiste en corpúsculos extremadamente tenues.

Yo sostengo, con la mayoría de los antiguos, que toda la materia está llena de fuerza, de vida y de almas. Por medio de los microscopios se sabe que hay una gran cantidad de criaturas vivientes, que no son perceptibles a nuestros ojos y que hay más almas que granos de arena o de átomos[296].

En donde haya ser, hay, pues, vida (*bios*), alma: todo está repleto de almas; éstas son *entelequias* (comportan cierta perfección), autosuficientes, indivisibles y "las

[294] G. M., VI, p. 243.
[295] G. P., III, p. 217.
[296] D. VI, p. 331.

verdaderas *unidades* y origen de todos los seres". Y a estas unidades indivisibles llama Leibniz *mónadas*, término proveniente del griego *monas*, que significa *unidad*; acuñado por los pitagóricos, retomado por Platón (*Fedón*, 101C) y cultivado en la tradición hermética y cabalística, en la que beben G. Bruno, Van Helmont, Rosenroth y Leibniz. En estas tradiciones la *mónada* adquiere el significado de sustancia o elemento de la naturaleza y principio de las cosas. Así, por ejemplo, Moderato de Gades[297] dice del número pitagórico: "Es, pues, el número, para hablar brevemente, sistema de mónadas o progresión de lo múltiple, que comienza por la mónada, y regresión, que termina en la mónada." Y Hermias el filósofo[298] dice que, según los pitagóricos, "el principio del universo es la mónada, y de sus figuras y de sus números nacen los elementos". En este mismo sentido Leibniz concibe la mónada como un átomo, no físico, sino ontológico: "el átomo de sustancia"[299], la "unidad real"[300], la "sustancia simple", el "verdadero elemento indivisible"[301]. Y también para Leibniz, como para Pitágoras, para Platón y para Van Helmont, las mónadas son los principios, los "verdaderos elementos de todas las cosas"[302]. Leibniz zarpa de que todo compuesto es el resultado de una agregación o suma de sustancias simples. De ahí que denomine *mónadas* o unidades a las sustancias simples de cuya agregación resultan los cuerpos, puesto que así como la unidad es indivisible y principio del número, que está formado de unidades, así también las sustancias simples son, a la vez, indivisibles y principios de los cuerpos, que son compuestos de esas sustancias simples. El cosmos íntegro está poblado de mónadas, o mejor, las mónadas constituyen el cosmos. La exégesis de cómo sucede esto constituye la teoría monadológica, apoyada sobre dos pilares –la ley de la continuidad y la hipótesis de la armonía preestablecida–, y presentada en la *Monadología* con la siguiente estructura:

1.- Naturaleza de la Mónada (1-17).

2.- Clases de mónadas (18-30).

3.- Fundamentos epistemológicos (31-37).

4.- La mónada increada: Dios (38-48).

5.- Interrelación de las mónadas (49-81).

6.- El reino de los espíritus (82-90).

---

[297] V. BONILLA, A. Y SAN MARTÍN: *Historia de la filosofía española I,* p. 417.
[298] *Apud Padres Apologistas griegos*, II, Madrid, BAC, 1954, p. 885.
[299] G. P., IV, p. 561.
[300] G. M., II, p. 295.
[301] G. P., VII, p. 501; *Monadología*, · 1.
[302] G. P., VII, p. 501; *Monadología*, · 3.

Esta división no viene encadenada de modo deductivo; antes bien, la *Monadología* se acoge al paradigma metodológico antes apuntado; forma una estructura reticular, con una pluralidad de nudos (enfoques o puntos de vista) y de entradas. No existe, en este paradigma, un empiece privilegiado, sino determinados nudos que atan con más vigor que otros, y a partir de los cuales cabe lograr la estructura en su totalidad.

5.4. **La noción de "vis viva".**

Toda la dinámica leibniziana está destinada a confirmar y aclarar sus tesis ontológicas. Aunque sea de forma breve, tenemos que acceder a ella. Con todo, antes de hacerlo, son fundamentales algunas observaciones previas, a fin de evitar equivocaciones, a las que en ocasiones da pie el propio discurso del pensador de Hannover.

En primer lugar, Leibniz estudia, sobre todo desde su regreso de París, las leyes de los choques de los cuerpos, a lo que dedica cientos de páginas: es la Dinámica, con la ayuda de la Geometría y las Matemáticas, sobre todo del cálculo diferencial, sin el cual es imposible entender dicha Dinámica; ya que sólo el tratamiento infinitesimal del conatus y del ímpetus posibilita comprender el movimiento gradual y no por saltos de los cuerpos, superar las leyes de Descartes, explicar la divisibilidad actualmente infinita de la materia y negar el Atomismo. Y todo esto, al menos en el plano teórico, sin salir de la pura Ciencia Física.

En segundo lugar, la Dinámica conduce a Leibniz a comprender que lo que define a los cuerpos no es la extensión, sino la fuerza activa, la cual puede y debe ser medida por las leyes del choque ($m \times v^2$). No obstante, su exégesis adecuada exige unas realidades metafísicas (la equivalencia entre la causa total y el efecto total, por ejemplo), que obligan a aceptar en los cuerpos algo no físico, una unidad de fuerza, y a explicar desde ella las nociones físicas (fenoménicas, relativas) de espacio, tiempo, movimiento, materia, cuerpos compuestos..., mostrando así que son fenómenos bien fundados.

En tercer lugar, Leibniz así retoma todo el bagaje metafísico previo, como por ejemplo los conceptos de noción completa, espontaneidad, expresión, armonía, conatus, etc., para hacernos ver que la Física los confirma, los exige,...Y aquí reside la popular polémica entre Couturat, Russell, Hanequin por un lado, y Gueroult, Belaval y otros...

por otro lado[303]. ¿Es independiente la Física de Leibniz de su Metafísica? Si tenemos en cuenta los geniales errores cometidos por Leibniz en la Dinámica, el *background* teosófico del que proviene, el particular estilo circular de su discurso y su inagotable deseo de ser él quien llegó a armonizar a Antiguos y Modernos, nosotros mantendremos la tesis al final de este trabajo de que forzó todos los hilos (magistralmente) a la búsqueda de la Philosophia Perennis. Nuestra distinción entre Metafísica y Física era, para Leibniz, sin ignorarla, nada relevante.

En cuarto lugar, tanto las nociones metafísicas como las leyes de la Física y Dinámica colaboran a entender la Tradición doctrinal de la armonía del cosmos como la relación de concomitancia por el designio inteligente-voluntario del supremo Armonizador.

En quinto lugar, un caso particular de esta concomitancia entre las sustancias lo constituye la relación entre el alma y el cuerpo: es la armonía preestablecida que intenta explicar, no la unión real entre estas dos entidades (que es un misterio sólo por Dios sabido), sino la relación ideal entre la sustancia simple (el alma) y el conjunto de fenómenos manifestados en la masa corporal, en virtud de las relaciones de una infinidad de otras sustancias simples de las que el alma es dominante.

En sexto lugar, todo el discurso leibniziano quiere ser un enorme panlogismo bien fundado, presidido por la analogía: entender lo infinito por los infinitésimos; la igualdad de la causa y el efecto por el cuadrado de la velocidad en la fórmula de la fuerza viva; la extensión, la masa y los fenómenos por la sustancia simple; lo continuo por lo discontinuo; la cualidad por la cantidad. Como relata a la reina Sofía-Carlota, "comprender de qué manera podríamos recordar que hay un Dios, un Ángel, un Mostruo cuando nuestros ojos ven y leen estos nombres "Dios", "Angel", "Monstruo"[304].

5.4.1. **Conservación de la misma fuerza motriz.**

A partir de los años de Leibniz en París, éste comienza a entrever una nueva concepción de la Física del movimiento, contraria en algún sentido a sus antiguas tesis de la *Theoria Motus Abstracti* y la *Hipothesis Physica Nova*[305]. Estudió los trabajos de

[303] GUEROULT, M.: *Leibniz. Dynamique et Petaphysique,* París, 1934, pp. 170-185.
[304] KLOPP, x, 67-68; cfr. BELAVAL, Y. : *Leibniz, critique de Descartes,* París, 1960, p. 255.
[305] Leibniz relata este cambio en su obra *Specimen Dynamicum*: G. M., VI, pp. 240-241.

Galileo acerca de la caída libre de los cuerpos y los experimentos de Huygens sobre el péndulo. En ellos se describe la experiencia del péndulo que, llegado hasta el punto más bajo de su recorrido, tiene fuerza suficiente para remontar la misma altura de la que caía, lo que implicaba la conservación de la fuerza. Mas –al parecer de Leibniz en el texto *Phoranomus* (1689)–, las leyes del movimiento hasta entonces admitidas no eran capaces de explicar tal fuerza. Su perplejidad residía en la dificultad de explicar el incremento de la velocidad de un móvil, que entraña sistemáticamente algo de futuro, que no está contenido en su formulación matemática:

Al no consistir los cuerpos –enuncia- más que en su concepto matemático, no podían contener sus acciones futuras ni, por consiguiente, las leyes de sus propios movimientos. Una cosa estaba clara: por las leyes del movimiento podía explicarse bien una velocidad menor que la actual, pero no su aumento[306].

Según lo que se sabía, la velocidad debía disminuir sin poder nunca restaurarse. Mas la experiencia daba lo contrario. Se puede comprobar que lo que Leibniz le está pidiendo a la Física –o lo que éste cree observar en los choques, que la Física al uso no era capaz de explicar– es algo de cuya existencia él estaba metafísicamente convencido ya cuando inicia los estudios de Dinámica, a saber, que toda sustancia, por su noción íntegra, lleva en sí desde el principio todo lo que en cualquier momento futuro le sucederá. Esta idea, como también aparece en Van Helmont, no era nueva. Lo que sí es novedoso es el giro epistemológico que Leibniz le va a conferir.

Por estas razones y otras muchas –agrega– llegué a la conclusión de que la naturaleza de la materia no nos era todavía suficientemente conocida, y que no podíamos dar cuenta de la fuerza de los cuerpos, si no colocábamos en ellos otra cosa que la extensión y la impenetrabilidad. Los principios mecánicos y las leyes del movimiento estaban insertos, sin duda, en la necesidad de la materia, pero también en un principio superior independiente de la intuición y de las Matemáticas[307].

Por otro lado, Leibniz había llegado al pleno convencimiento de la relatividad del espacio y, consiguientemente, de todo movimiento; la experiencia muestra que en el

[306] Citado por GUEROULT, M.; *Op. cit.,* p. 26.
[307] GUEROULT, M.: *Op. cit.,* pp. 25-26.

movimiento y en el choque de dos cuerpos es complicado saber qué proporción del movimiento corresponde a cada uno y ni siquiera si hay movimiento absoluto, o en todo caso éste sería matemáticamente irrelevante. De modo que lo que es real y absoluto en el movimiento no es lo matemáticamente cuantificable, sino la fuerza motriz en sí misma:

Para salir del laberinto –concluye– no encontré otro hilo de Ariadna que la evaluación de las fuerzas, bajo la suposición del principio metafísico de que "el efecto total es siempre igual a la causa plena"[308].

Esta conclusión es de especial relevancia, puesto que nos sitúa ante un elemento suprageométrico, un *factum* en sí no necesario que, por ende, no está contenido en las nociones abstractas de la Geometría pura, mas puede, una vez dado, ser reconstruido de modo matemático. Como señala Gueroult, "este principio es para nuestro pensamiento finito el sustituto del elemento metafísico por el cual Dios ha hecho posible el hecho del movimiento: el decreto libre de la voluntad de Dios"[309]. La intervención de la sabiduría de Dios como base de las verdades que conforman la nueva Física no tiene, pues, nada que ver con las fuerzas animistas de la Tradición teosófica, si bien es cierto que para Leibniz era una forma de "dar sentido racional a tal Tradición"[310]. Existe en la Ciencia nueva un resquicio ontológico no reductible a ella, mas sí formulable en ella, con lo que Leibniz daba satisfacción a Antiguos y Modernos en la búsqueda de la Verdadera Filosofía.

Sustentado, pues, en el principio ontológico de la equivalencia entre el efecto total y la causa plena, escribe la *Brevis Demonstratio Erroris Memorabilis Cartesii* en 1686:

Muchos matemáticos –comienza diciendo–, al ver que en las cinco máquinas vulgares la velocidad y la masa se compensan, generalmente toman la fuerza motriz por la cantidad de movimiento o producto de la masa por la velocidad (F=mv). Y, como parece razonable que en la naturaleza se conserva siempre la misma suma total de fuerza motriz, pues ésta no disminuye (al pasar a un cuerpo la misma que se pierde en

[308] GUEROULT, M.: *Op. cit.,* p. 26.
[309] GUEROULT, M.: *Op. cit.,* pp. 26, 47.
[310] V. *Specim. Dynam.,* Pars. I: G. M. VI, pp. 242-243.

otro) ni aumenta (al ser imposible el movimiento mecánico perpetuo sin un impulso exterior), ocurrió que Descartes, que identificaba fuerza motriz con cantidad de movimiento, afirmó que Dios conserva siempre en el mundo la misma cantidad de movimiento[311].

Pero esto es erróneo, replica el propio Leibniz. Tanto los cartesianos como los demás pensadores y matemáticos admiten: 1/ que un cuerpo que cae de una cierta altura en un péndulo asciende hasta otra altura igual (suponiéndolo libre de resistencias); 2/ que la misma fuerza hace falta para elevar el cuerpo A de una libra de peso a una altura CD de cuatro codos, que para elevar un cuerpo B de cuatro libras a una altura EF de un codo. Pero en tales circunstancias, la cantidad de movimiento no es la misma en ambos casos, pues Galileo demostró que las alturas de caída de los cuerpos son como el cuadrado de sus velocidades. Por ende, la velocidad de A al término de su caída (al ser su altura 4) es de 2, mientras que la velocidad de B (con altura 1) será de 1. La primera es, pues, doble que la segunda. Así, la cantidad de movimiento de A será mv=1 x 2, mientras la de B será mv=4 x 1. Son, pues, diferentes. Por el contrario, sus fuerzas motrices son idénticas: $F = mh = mv^2$: A(1 x 2 elevado al cuadrado) = B (4 x 1 elevado al cuadrado). Esto es, lo que se ha conservado no es mv, sino mv^2, la cantidad de trabajo dinámico realizado[312].

Dicho en otros términos, explica Leibniz a Bayle: si toda la fuerza de un cuerpo de 4 libras cuya velocidad es de un grado se proyecta sobre otro cuerpo de una libra, éste no recibirá una velocidad de 4 grados, como cree R. Descartes, sino solamente 2 grados, para que se cumpla a la vez el segundo supuesto por todos admitido y la ley de Galileo, según la cual las alturas son como los cuadrados de las velocidades. De lo contrario, el segundo cuerpo, al recibir 4 grados de velocidad, se elevaría a 16 grados de altura, lo que, además de contradecir a la experiencia, es imposible, puesto que el efecto

---

[311] V. *Brevis Demonstratio:* G. M. VI, p. 117. DESCARTES, R.: *Principes de la Philosophie,* II, n. 36 : AT. IX, II, 83. (Citaré siempre por la ed. francesa de ALQUIE, Ed. Garnier, París, 3 vols., vol. III, pp. 182-184.

[312] V. *Brevis Demonstratio:* G. M. VI, pp. 117-118. Leibniz solamente formula de manera implícita el principio de equivalencia entre el efecto total y la causa plena en los dos supuestos de los que parte. La formulación galileana de la relación directa entre las alturas y el cuadrado de las velocidades tampoco es formulada directamente, sino inversamente, i.e. hecha ya la operación en el ejemplo propuesto: "Demonstratum est a Galileo, celeritatem acquisitam lapsu CD esse duplum celeritatis acquisitae lapsu EF. Multiplicemos ergo hábeas A, quod est ut 1, per celeritatem suma, quae est ut 2, productum seu quantitas motus erit ut 2; rursus multiplicemos hábeas B, quod est ut 4, per suma celeritatle, quae est ut 1, productum seu quantitas motus erit ut 4, etc.", op. cit., p. 118, cfr. GUEROULT, M.: *Op. cit.,* p. 29;

sería cuádruple, y habríamos sacado de la nada el triple de la fuerza que había al principio: el efecto sería superior a la causa[313].

De aquí se sigue, apunta Leibniz, que la fuerza ha de medirse por la cantidad de efecto que puede producir, en el caso por la altura a la que puede elevar a un cuerpo de determinada magnitud, y no por la velocidad que le puede imprimir, pues en el ejemplo propuesto se ve claro que para doblar la velocidad de un cuerpo hace falta una fuerza mayor que doble[314].

La confusión de R. Descartes consiste en generalizar a la Dinámica algunos casos particulares de la Estática, aquellos sistemas de equilibrio en los que los pesos o masas son proporcionales a las velocidades, y éstas al mismo tiempo a las alturas, como sucede en la balanza romana, donde el peso de un cuerpo en un brazo es compensado por la velocidad (y la altura) del peso en el otro. Aquí, *per accidens*, sucede –apunta Leibniz– que la fuerza puede ser medida por la cantidad de movimiento; mas hay otros casos, como el del péndulo, en los que no coinciden[315]. No es suficiente, pues, con que los efectos sean proporcionales a las causas, para que quede definida la fuerza motriz:

es necesario que ésta se agote, por así decirlo, en todo su ímpetu y nada mejor que cuando lo hace en un efecto violento, como en la elevación de un cuerpo[316].

Entonces toda la causa equivale a todo el efecto, y se ve así que la Estática es un caso particular de la Dinámica.

Por eso –termina Leibniz generalizando– yo creo que, en lugar del principio cartesiano, se podría establecer otra ley de la naturaleza que yo tengo como la más universal y la más inviolable, a saber, que hay siempre una perfecta ecuación entre la causa plena y el efecto entero. Esta ley no sólo dice que los efectos son proporcionales a las causas, sino además que el efecto entero es equivalente a su causa[317].

---

[313] A. Bayle, 1687: G. P., III, p. 44; cfr. *Animadversiones ad Partem Generalem Principiorum Cartesianorum*, Pars. II, ad n. 36: G.P., IV, 370-372.
[314] *Brevis Demonstratio:* G. M., VI, p. 118; cfr. también *Spec. Dynam.*: G. M., VI, pp. 244-248; *a De Volder:* G. P., II, p. 157; *a Bayle*: G. P., III, 45ss.; *Disc. Metaph.*: G. P., IV, pp. 442-444.
[315] *Brevis Demonstratio*: G.M., VI, pp. 118-119.
[316] *Spec. Dynam.*, Pars. I: G.M., VI, pp. 243-2244.
[317] *A Bayle*: G.P., III, pp. 45-46.

La causa contiene en sí todo el efecto futuro. Éste es el significado ontológico de la fórmula $F=mv^2$.

Generalizando –concluye Leibniz la Brevis Demonstratio–, las fuerzas están en razón compuesta de los cuerpos y de las alturas que producirán la velocidad (porque entre tanto todavía no se ha producido ninguna velocidad)[318],

pero ya está predeterminada en el cuerpo antes de que se compruebe. La fuerza viva es, pues, una racionalización matemática de nuestra experiencia y, como tal, puede y debe ser tratada mecánicamente:

Todo en la naturaleza se explica mecánicamente, excepto las razones de las leyes del movimiento o principios del mecanismo, que deben deducirse no de las Matemáticas o la imaginación, sino de una fuente metafísica, a saber, la igualdad de la causa y el efecto, y de otras leyes esenciales a las entelequias. La Física se subordina a la Aritmética a través de la Geometría, y a la Metafísica a través de la Dinámica[319].

La nueva Física nos lleva así a la misma noción completa del ser contingente, que ya conocemos: toda sustancia contiene en sí todo lo que le sucederá en el futuro.

5.4.2. **La "vis elastica" como confirmación del principio de continuidad y divisibilidad.**

Mas para universalizar la ley de la conservación de la fuerza viva, era fundamental admitir la elasticidad de todos los cuerpos del cosmos; sin ella es imposible explicar racionalmente el choque de éstos, ya que todo cambio se hace por grados: "omnis mutatio fit per gradus". Esta es la razón de un segundo error de R. Descartes, conforme Leibniz. Efectivamente, el pensador francés concebía todos los cuerpos homogéneos y perfectamente duros en el momento del choque, de modo que éstos cambiaban de dirección o de cantidad de forma súbita. Según la primera regla de la

[318] *Brevis Demonstratio*: G. M., VI, 119.
[319] G.M., VI, pp. 103-104. V. algunas presiones frente a Gueroult, acerca de la interpretación de la *Brevis Demonstratio* en BROWN, G.: *Quod ostendendum susceperamus: What did Leibniz undertake to show in the Brevis Demonstratio,* en STUD. LEIBN. Sonderheft 13, 1984, pp. 122-137. FREUDENTHAL, H. : *Autour du principe de continuité de Leibniz,* en STUD. LEIBN. Sonderheft 14, 1986, pp. 157-168 con algunas críticas de la interpretación de ILTIS (MERCHANT, C.).

Parte Segunda de los Principios, si dos cuerpos iguales, B y C, chocan a velocidad igual, ambos retroceden con velocidades iguales; pero, de acuerdo con la segunda regla, basta con que el cuerpo B sea un poco más grande que el C, por poco que sea, para que, tras el choque, ambos prosigan en la dirección y velocidad del más grande, el B[320]. Mas esta distinción de solución en ambas reglas, este cambio súbito del efecto no es explicable –replica Leibniz–, pues, según el principio de continuidad, "el reposo puede ser considerado como una velocidad infinitamente pequeña": ni reposo ni movimiento son realidades absolutas, sino fenómenos de nuestra imaginación sólo inteligibles mediante la noción de infinitésimos, de manera que "la igualdad (de movimiento entre dos cuerpos) puede ser considerada como una desigualdad infinitesimal, donde la diferencia entre ellas es más pequeña que cualquiera otra dada"[321]. Por ende, a una variación infinitesimal de la causa debe corresponder una variación también infinitesimal del efecto. Mas, según la segunda regla cartesiana, a un incremento infinitesimal del cuerpo B ha correspondido en el efecto "no una diferencia infinitesimal y progresivamente creciente", como debería ser, sino un "incremento brusco (*statim maximum*)", de modo que con sólo un infinitesimal incremento en su masa el cuerpo B ha pasado de un "absoluto retroceso con toda su velocidad (como sucedía en la primera regla), a una absoluta continuidad de su curso, también con toda su velocidad. Esto es un salto ingente de un extremo a otro, que contradice el principio de continuidad y, en consecuencia, viola el principio de la perfecta adecuación entre la causa plena y el efecto total[322].

Por ende, cuando dos cuerpos chocan y salen despedidos en opuestas direcciones, han de perder su movimiento gradualmente sin perder su fuerza, y reconquistarlo de nuevo de forma también gradual en la misma dirección:

se comprimen paulatinamente, como dos pelotas hinchadas –asegura Leibniz–, y se acercan cada vez más al aumentar continuamente la precisión; pero este mismo hecho debilita el movimiento al ser trasladada la fuerza del conatus a los elastros del

[320] *Principes,* Parte Segunda, n. 46, 47. Ed. ALQUIE, vol. II, pp. 196-197.
[321] *Principium Quoddam Generale...* (1688): G.M., VI, 130. *Animadversiones in Partem Generalem…* Pars II, ad n.45: G.P., IV, p. 376.
[322] *Principium Quoddam Generale:* G. M., VI, p. 129; cfr. *Spec. Dynam*., Pars. II: G.M., VI, pp. 249-250.

cuerpo, hasta que se produce el reposo; al restituirse paulatinamente de nuevo los elastros, salen los cuerpos en la dirección contraria[323].

El elastro es la materia sutil que ocupa los poros de los cuerpos; ante la presión, esta materia sutil expulsa de sus poros a otra materia más sutil, y ésta a otra, y así hasta el infinito...Todo esto quiere decir que, aunque no siempre sea fácil de observar por nuestros sentidos, debemos concebir los cuerpos como elásticos, esto es, dotados de una fuerza intrínseca de contracción y expansión, que se manifiesta principalmente en los choques con los otros cuerpos exteriores. Es la fuerza activa primitiva que se expresa en fuerza derivativa y

hace el oficio de elástica cuando su movimiento interno es impedido por otro cuerpo. Así, todo cuerpo, por ser activo, es esencialmente elástico[324].

5.4.3. **La "vis interna" como esencia de los cuerpos.**

La existencia de esa "vis elastica" en el seno de todos los cuerpos conducía a Leibniz a consecuencias importantes. En primer lugar, hablar de elasticidad obliga a admitir que el cuerpo está compuesto, ya que un cuerpo simple sería de una dureza infinita y, por tanto, indeformable. Mas tampoco puede estar compuesto por partes en última instancia inelásticas o duras, puesto que harían inexplicables las leyes del movimiento continuo. Debemos, pues, pensar que los cuerpos están compuestos por partes elásticas, divididas y subdivididas indefinidamente en partes cada vez más pequeñas, sin que sea posible llegar a un elemento simple o atómico. Quedaba así científicamente confirmada la doctrina de la divisibilidad actualmente infinita de la materia y la refutación del Atomismo. Éste, al no admitir la elasticidad, era incapaz de explicar la comunicación progresiva del movimiento, introduciendo el vacío, los saltos y la discontinuidad, como Leibniz explicará ampliamente en el *Specimen Dynamicum* de 1695[325].

---

[323] *Spec. Dynam.* Pars. II: G.M., VI, pp. 248-249; cfr. *Dynamica de Potentia et Legibus Naturae Corporeae*, Pars. II, propos. 22-35: G.M., VI, pp. 448-456. *Animadversiones*, Pars. II, ad n. 40-44: G.P., IV, pp. 374-375.
[324] G.M., VI, p. 1 03; cfr. *Essay de Dynamique*: G.M., VI, p. 228s.
[325] *Spec. Dynam*., Pars. II: G.M., VI, pp. 248-250.

En segundo lugar, la universalidad de la conservación de la fuerza viva y la doctrina de la elasticidad conducen a Leibniz a una redefinición más precisa de la tradicional doctrina del conatus y del ímpetus, mediante el cálculo diferencial e integral absolutamente originales[326]: con estos instrumentos construye el fundamento o base científica de la noción de sustancia como fuerza viva o entelequia, liberándola de su ganga animista, y apuntando nítidamente sus coincidencias y diferencias con Van Helmont[327].

En tercer lugar (y es éste el punto que en este momento más nos interesa), la formulación matemática de la fuerza viva, mv^2, introduce en la nueva Física un hecho positivo, el cuadrado de la velocidad, que está más allá de toda intuición geométrica. Efectivamente, una velocidad es sin duda una cantidad medible y obviamente podemos elevarla matemáticamente al cuadrado. Pero tal cuadrado de la velocidad no es una velocidad determinada en la intuición geométrica ni es la medida de tal velocidad: no tiene ningún sentido imaginativo decir que un cuerpo se mueve al cuadrado de su velocidad. Sin embargo, el cuadrado de la velocidad tiene siempre un sentido positivo (todo cuadrado de un número es siempre positivo); su único sentido es precisamente ser positivo, ser una sumación acumulada en origen; y su significado en la fórmula $F=mv^2$ es justamente ese plus de potencia radicalmente ajeno a la intuición, que existe ya en la causa, como efecto futuro; es la capacidad actual del cuerpo animado de fuerza viva para elevarse ulteriormente a aquella altura que consumirá dicha fuerza. Así lo explica Leibniz a Bayle:

La fuerza no se debe medir por la composición entre la velocidad y la masa (la grandeur), sino por el efecto futuro. No obstante, parece que la fuerza o potencia es alguna cosa real ya desde el presente, y el efecto futuro no lo es. De aquí se sigue que debemos admitir en los cuerpos alguna cosa distinta de la masa y de la velocidad, a menos que neguemos a los cuerpos toda potencia para obrar[328].

En una palabra, mv^2 es la expresión, en la Matemática y en las leyes de la Dinámica, de un hecho no deducible de ellas, que constituye la razón fundante de todo el mecanismo del universo: cada ser contingente posee, por su propia noción completa,

[326] GUEROULT, M.: *Op. cit.,* p. 34.
[327] ORIO DE MIGUEL, Bernardino: *Op. cit.,* pp. 400-401.
[328] *A Bayle,* 1687: G.P., III, p. 48. V. el final de la *Brevis Demonstratio* antes citado: G.M., VI, p. 119.

una fuerza intestina propia que predetermina y contiene ya sus acciones y pasiones futuras:

ex dictis illud quoque mirabile sequitur, quod omnis corporis passio sit spontanea seu oriatur a vi interna, licet occasione externi[329].

Esta fuerza interna, que habita en todos los cuerpos y que es el principio de su operación, no puede ser, por ende, una mera fuerza pasiva (impenetrabilidad/antitipia o resistencia/inercia), como deseaba R. Descartes, sino que ha de ser una fuerza activa, entelequia, alma o algo análogo a ella. Mas, por otro lado, esta fuerza no consiste sólo en la mera facultad de obrar, como pensaban los aristotélicos, puesto que la fuerza envuelve en sí los conatus o tendencias a obrar, y éstos obran siempre, salvo cuando desde fuera son impedidos para ello[330]:

En las cosas corporales –dice Leibniz en Specimen Dynamicum– hay algo además de la extensión, incluso anterior a la extensión, a saber, la fuerza misma de la naturaleza introducida por todas partes por el Autor, la cual no consiste en la simple facultad, con la que la Escolástica parece haberse contentado, sino que está dotada además de conatus o tendencia que siempre tendrá su efecto pleno, a menos que sea impedida por un conatus contrario (...). Esta fuerza constituye la íntima naturaleza de los cuerpos[331].

Es la fuerza activa primitiva que "al expresarse o ejercitarse de diversas maneras en el choque de los cuerpos para producir el movimiento"[332], recibe de Leibniz el nombre de fuerza derivativa, que es la que estudia la Dinámica con el auxilio del cálculo diferencial e integral.

En efecto, el conatus –que no es observable y del que solamente tenemos noticia por analogía con la volición o apetito, y así había sido considerado por la Tradición teosófica– es la velocidad virtual o embrionaria, simple tendencia o solicitación al movimiento:

---

[329] *Spec. Dynam*., Pars II: G.M., VI, p. 251.
[330] G.M., VI, pp. 100-101. Cfr. *De Primae Philosophiae Emendatione et de Notione Substantiae:* G.P., IV, pp. 468-470.
[331] *Spec. Dynam*., Pars. I: G.M., VI, p. 235. *De Primae Phil. Emendat. :* G.P., IV, pp. 469-470.
[332] *Spec. Dynam*., Pars. I: G.M., VI, p. 236.

La velocidad, tomada con su dirección, se llama conatus; pero como toda velocidad es instantánea, i.e. se produce en cada instante infinitésimo, el conatus es también instantáneo, es una diferencial, es la parte infinitesimal de la fuerza viva[333].

No es todavía el movimiento, mas tampoco es el reposo absoluto; no hay reposo absoluto distinto del movimiento; si lo hubiera, jamás habría razón suficiente para que un cuerpo se moviera, a menos que desde fuera alguien lo sacara de aquel estado. Pero el estudio de la fuerza de acción nos acaba de enseñar, contra Descartes, que el origen del movimiento es algo interno, propio del cuerpo; en consecuencia, el llamado reposo no es otra cosa que una "rapidez infinitamente pequeña o una lentitud infinitesimal" que, visto desde el lado de la velocidad en el límite infinitesimal del tiempo, llamamos conatus. Ahora bien, el movimiento local es el cambio continuo del cuerpo extenso "que requiere tiempo y posee, en consecuencia, en cada instante una velocidad tanto más grande cuanto mayor sea el espacio recorrido en el menor tiempo"[334]. El móvil adquiere así un ímpetus: el ímpetus es también momentáneo, es un instante; pero, en tanto que real, está constituido por la suma sucesivamente acumulada de los conatus. Desde el punto de vista del cálculo, el ímpetus es la integral del conatus. Tras el clásico ejemplo de la bola que, introducida y libre en un tubo giratorio, adquiere el movimiento de rotación de éste (ímpetus) y a la vez tiende a alejarse del centro de gravedad (conatus), Leibniz resume así su filosofía:

se ve así que hay una doble tendencia (nisus), a saber, la elemental o infinitamente pequeña, que llamo "solicitación", y la formada por la continuación o repetición de las tendencias elementales, o sea, el ímpetus mismo[335].

A la fuerza básica Leibniz la llama fuerza muerta, pues aún no existe el movimiento, sino solamente la solicitación al movimiento; y al sumatorio de las fuerzas básicas o fuerza ordinaria lo denomina fuerza viva, "que está unida al movimiento actual". Esto es, en el movimiento real temporal de una masa corporal, el ímpetus y el conatus expresan no sólo la relación matemática abstracta –foronómica– entre una velocidad dada y su velocidad elemental u originaria, que se da perfectamente en un

[333] *A Varignon,* 12 de agosto de 1702: G.M., IV, p. 159. *Spec. Dynam*., Pars. I: G.M., VI, p. 237.
[334] *Spec. Dynam*. , Pars. I: G.M., VI, p. 237.
[335] *Spec. Dynam.,* Pars, I: G.M., VI, p. 238. Véanse más explicaciones en GUEROULT, M.: *Op. cit.,* pp. 34-46.

movimiento uniforme tal como sucedía en la Hypohesis Physica de 1671, donde el cuerpo se definía al estilo cartesiano "por la sola masa, indiferente al movimiento o al reposo"; ahora no; ahora la fuerza ínsita en la masa pasiva introduce en el análisis del movimiento concreto el incremento de velocidades, esto es, la integral de la serie de los ímpetus: cada situación del cuerpo en un instante dado es una acumulación continuada de los instantes anteriores, que produce una aceleración; el presente es una condensación o memoria del pasado y una predeterminación o presentiminto del futuro: llegamos una vez más a la noción completa de la sustancia. Y es así como aparece en el cálculo aquel elemento suprageométrico no intuitivo, el cuadrado de la velocidad en la fórmula $F=mv^2$, que ya conocemos[336], y que, ejercida en el tiempo, se identifica con la fuerza motriz, pues "la acción no es otra cosa que el ejercicio de la fuerza, o el producto de la fuerza por el tiempo"[337]. Decir que en el universo se conserva la misma fuerza viva es afirmar que se conserva la misma fuerza motriz o cantidad de acción: "por ejemplo –dice Leibniz– debe haber durante esta hora tanta acción motriz en el universo o en los cuerpos dados obrando entre ellos, cuanta habrá durante cualquier otra hora que sea"[338].

La fuerza motriz leibniziana es la forma rudimentaria de lo que hoy se denomina energía potencial, y su equivalencia con la fuerza viva viene a expresar la equivalencia entre energía potencial y energía cinética[339]. En todo caso, y más allá de los errores de formulación, lo que en la mente de Leibniz estaba claro es que en la relatividad de los cambios recíprocos de los cuerpos hay un absoluto, que es la fuerza viva ejercida en la conservación de la fuerza motriz y que R. Descartes, al absolutizar la cantidad de movimiento, ignoró incapacitándose para dar razón del movimiento.

De esta forma, la tesis tradicional neoplatónica, según la cual en cada partícula de materia, por pequeña que sea, se contiene un principio vital que determina en origen y acumula en el tiempo las acciones sucesivas de la sustancia –es decir, el "situs" y la

---

[336] GUEROULT, M.: *Op. cit.,* p. 46. En el *De rerum originatione radicali* (1697) se lamenta Leibniz de su juvenil error: "legem compositionis Geometricas conatum, olim a juvene, cum materialis magis essem, defensam, denique deserere sim coactus": G.P., VII, p. 305. *Spec. Dynam*., Pars. I: G.M., VI, pp. 240-241 explica Leibniz más precisamente sus errores de la *Hypothesis Physica*, en la que, al igual que Demócrito y sus seguidores Gassendi y Descartes, también él entendía la naturaleza del cuerpo "in sola masa inerte"; "ob corporis ad motum quietemve creditam mihi tunc indifferentiam".

[337] *A Bayle:* G.P., IV, p. 60.

[338] *Essay de Dynamique* (1691): G.M., VI, p. 215.

[339] ILTIS, C. (MERCHANT): *Leibniz and the « Vis viva » Controversy,* en ISIS, 62, 1971, p. 23. Iltis estudia las confusiones, los errores y los presupuestos ontológicos de los contendientes en la controversia, como por ejemplo la noción actual de "momento" de un cuerpo frente a "cantidad de movimiento", mv^2 frente a ½ mv^2, etc..., cuestiones de las que nosotros ahora aquí prescindimos.

"notio completo" de cada sustancia– es confirmada o demostrada, en la mente de Leibniz, por las leyes de la Dinámica.

5.5. **La noción de "appetitus**".

G. W. Leibniz emplea abundantemente en sus escritos el término "apetición" (*appétition*). Puede traducirse por este término el vocablo escolástico *appetitus*, mas es más común emplear a este efecto el término apetito.

El término latino correspondiente es *appetitio* y en ocasiones asimismo *appetitus*. Se trata de un esfuerzo (*conatus*) de obrar que tiende a una nueva percepción. Leibniz define "apetición" del siguiente modo: "La acción del principio interno que produce el cambio o el paso de una percepción a la otra puede llamarse *apetición* [*appetition*]. Aunque el deseo no puede obtener completamente la entera percepción a la cual tiende, obtiene siempre algo de ella y alcanza nuevas percepciones" (*Monadologie*, · 15). El apetito (*appetit*) "no es sino la tendencia de una percepción a otra", llamándose "pasión" en los animales y "voluntad" cuando la percepción "es un entendimiento"[340].

Puede discutirse si el vocablo "apetición" en Leibniz tiene un sentido primariamente psicológico que se transforma luego en metafísico, o bien si es un concepto de índole primariamente metafísica expresado en lenguaje psicológico. La solución a este problema depende en gran parte de la interpretación general dada a la filosofía leibniziana. A su vez, el problema citado plantea la cuestión, más general, del sentido del vocabulario filosófico. Es muy posible, por lo demás, que en Leibniz mismo el problema fuera menos agudo, porque no había en su espíritu –y posiblemente en el espíritu de su tiempo– ciertas distinciones entre formas de conocimiento que más tarde se subrayaron; lo que no significa que no hubiera distinciones, sino simplemente que eran de distinto carácter.

5.5.1. **Redefinición del Sistema leibniziano desde la Dinámica.**

Tal vez el mayor atractivo de Leibniz , lo que le convierte en un pensador fascinante, es que llevó todos los planteamientos teosóficos hasta sus últimas consecuencias con aquella fabulosa capacidad de síntesis de la que estaba dotado. Si

[340] V. "Leibniz a Remond", 1714; Gerhardt, III, p. 622.

hubiera sido más "prudente", la Ciencia Moderna no lo habría olvidado. Se empeñó en querer demostrar que entre Antiguos y Modernos no había ruptura. Y ahora, después de redefinir la noción metafísica de espontaneidad e independencia de cada sustancia mediante la fuerza viva y la conservación de la fuerza motriz, completa con la conservación de la dirección total del universo su argumento definitivo para extender a las relaciones alma-cuerpo la concomitancia preestablecida. En su *Ecclaircissement* a Foucher, tras la publicación del *Système Nouveau*, se refiere al error general de Descartes de haber confundido la conservación de la fuerza viva con la de la cantidad de movimiento. Y agrega lo siguiente:

Ya he mostrado que en esto se equivocó; pues yo he hecho ver que es siempre verdad que se conserva la misma fuerza motriz, por la que él había tomado la cantidad de movimiento. Sin embargo, los cambios que se operan en el cuerpo como consecuencia de las modificaciones del alma, le embrollaron, pues parecían violar esta ley. Entonces creyó encontrar un subterfugio, ciertamente ingenioso, afirmando la distinción entre el movimiento y la dirección, y que el alma no podría aumentar ni disminuir la fuerza motriz, pero cambia la dirección o determinación del cuerpo de los espíritus animales, y que es así como se realizan los movimientos voluntarios. Lo cierto es que no se ocupó de explicar cómo se las arregla el alma para cambiar el curso de los cuerpos, lo que parece tan inconcebible como decir que ella se da el movimiento, a menos que se acuda conmigo a la armonía preestablecida. Pero debe saberse que hay otra ley de la naturaleza, que yo he descubierto y demostrado, y que el Sr. Descartes desconocía: y es que se conserva no sólo la misma cantidad de dirección, cualquiera que sea el lado desde el que se la tome en el mundo (...). Al ser esta ley tan bella y general como la otra, no podía violarla; y esto es lo que ocurre en mi sistema, que conserva la fuerza y la dirección, en una palabra, todas las leyes naturales de los cuerpos, a pesar de los cambios que en ellos se operan como consecuencia de los del alma[341].

El alma no puede dar la fuerza al cuerpo, ya que hay siempre la misma cantidad de fuerza en la materia, cosa que R. Descartes admitía; mas tampoco puede cambiar su dirección, porque también se conserva la misma cantidad total de dirección en el

[341] *Ecclaircissement:* G.P., IV, p. 497 ; cfr. G.M., II, p. 243. *Monadologie,* n. 80 : G.P., VI, p. 621.

cosmos. Cuerpo y alma son como dos relojes perfectamente ajustados desde el principio por el Artífice Divino "que ha formado a cada una de estas sustancias de una manera tan perfecta y reglada con tanta exactitud, que, siguiendo cada una sus propias leyes que ha recibido con su ser, concuerdan no obstante entre sí como si hubiera un influjo mutuo, o como si Dios interviniera más allá de su curso general"[342]. El influjo mutuo es imposible pues

no es concebible que partículas materiales y especies o cualidades inmateriales puedan pasar de una de estas sustancias a la otra; ni es admisible el sistema de las causas ocasionales del primer Malebranche, haciendo intervenir un "Deus ex machina" extraordinario en cada acto concurrente, natural y ordinario, del cuerpo y del alma, que se opondría a la ley de economía de medios en el curso de la naturaleza[343].

Leibniz se sentía así orgulloso de haber mostrado cómo las leyes de la Dinámica sólo se entienden suponiendo los principios metafísicos de causa-efecto, fuerza-conatus. Pero, a la vez y sin petición de principio, la Dinámica confirma y muestra en los fenómenos las nociones metafísicas a priori de la noción completa de la sustancia, espontaneidad, principio vital... Así bien, con todos los elementos ontológicos y dinámicos de que disponía para dar razón de los fenómenos de la naturaleza, Leibniz "creía haber llegado a puerto". Con todo, "cuando me puse a meditar sobre la unión del alma con el cuerpo, me encontré arrojado en alta mar", dice con su peculiar vanidad retórica[344]. Efectivamente, ahora estaba obligado a definir *ex novo* qué es el Yo, la memoria, el inconsciente y la aparición de lo sensible, los agregados corporales y la sustancia compuesta o sustanciado y, en definitiva, a precisar más la noción de unidad simple o mónada, que en la época de *Discours de Metaphysique* estaba aún a medio camino.

[342] *Extrait d'une leerte de M.D.L.:* G.P., IV, p. 501.
[343] *Ibidem,* p. 501. *Système Nouveau:* G.P., IV, pp. 481s.
[344] *Système Nouveau:* G.P., IV, p. 483.

5.5.2. **De la armonía a la racionalización de la idea tradicional de *conatus.***

El principio de armonía supone que el universo cambia constantemente y que contiene un número infinito de seres distintos, sometidos a variaciones continuas. La armonía solamente se satisface si la variedad de las cosas es la más grande posible. Es, pues, necesario que haya a la vez en todas partes del universo un movimiento ininterrumpido junto a la más perfecta determinación de las cosas. Más todavía, todo ser ha de ser movimiento, ya que de lo contrario contendría indivisibles físicos, lo que es imposible. La extensión no puede ser, por ende, la esencia de los cuerpos. Las aseveraciones de Leibniz en *Arcana de Summa Rerum* son inmediatas y se comentan por sí mismas; veamos:

Si digo que todas las cosas se mueven en una determinada extensión, es lo mismo que si digo que todas las cosas permanecen quietas. Si digo que todas las cosas se mueven en proporción con una aceleración constante, nada quedaría inmóvil. Si en un espacio extenso imagino un flujo perfectamente quieto, lo que imagino es un espacio vacío. Un punto, movido a velocidad infinita, recorre la línea en un instante. Si algo se mueve a velocidad tal que no pueda ser concebida otra mayor, estará a la vez en todas partes[345].

Por el contrario, un movimiento infinitamente pequeño se confunde con el reposo, de la misma forma que un espacio infinitamente pequeño no es nada real; con lo que Leibniz reafirma la imposibilidad de mínimos físicos y, en consecuencia, la definición de los cuerpos como movimiento:

De aquí se sigue –agrega– que no existe en el cuerpo materia alguna distinta del movimiento, pues en tal caso contendría necesariamente indivisbles. Por tanto, tampoco hay materia distinta del espacio. De aquí se entiende finalmente que el cuerpo no es otra cosa sino movimiento[346].

[345] RIVAUD, A.: *Textes Inédits de Leibniz,* publiés par M. Ivan Jagodinski, en REVUE DE METAPH. ET DE MORALE, 1914, pp. 100-101.
[346] RIVAUD, A.: *Op. cit.,* p. 115.

En síntesis, hablando con rigor:

Estar en un lugar es atravesar por ese lugar, ya que todo instante es nulo y todo cuerpo se mueve[347].

Con todo, si los indivisibles o átomos físicos son imposibles, si la materia, el espacio y el tiempo son infinitamente divisibles y cada parte, por pequeña que sea, está, de hecho, infinitamente dividida para mantener la continuidad que exige la armonía, ¿cómo explicar realmente la materia? ¿cómo surge la existencia y qué tipo de realidad es? La respuesta definitiva a esta pregunta vendrá dada en años posteriores con los estudios de Dinámica, la puesta a punto de la noción de sustancia simple y la desustancialización de la materia, concebida como la deficiente percepción sensorial de la relación de coexistencia de las mónadas. Pero, ya en los años de París, Leibniz da un paso importante en esta dirección con la noción de conatus, en torno a la cual vuelve a redefinir su obsesivo concepto de la armonía universal.

La noción de conatus –de extraordinaria importancia en el pensamiento leibniziano– es uno de los más geniales ejemplos en los que se muestra la espléndida sagacidad del pensador para leer, asumir y corregir la Tradición teosófica[348]. La idea de conatus, *nisus*, tendencia o finalidad de las cosas de la naturaleza es griega y forma parte fundamental del pensamiento aristotélico, como Leibniz conocía bien desde sus adolescentes paseos por el bosque de Rosenthal, cuando pensaba en las formas sustanciales. Pero la tradición platónica, o mejor plotiniana y, en general, neoplatónica y gnóstica, había hecho de este vago concepto un uso místico, teológico y escatológico extraordinariamente confuso: todo en la naturaleza descendía del Uno y deseaba retornar a la unidad originaria. Los textos bíblicos, los escritos de los Santos Padres, las cavilaciones de los gnósticos y toda la especulación medieval kabbalística y alquímica ofrecen innumerables variaciones sobre el tema. Pero es en el Renacimiento, como ya se indicó, cuando la potente obra de Ficino, Pico y Paracelso, seguidos de una pléyade incontable de escritores de toda índole y origen, configura de modo masivo la idea de la naturaleza como organismo vivo. Esta *Weltanschauung* era lo que estaba en el ambiente, a pesar de la renovación atomista. En este ser divino y vivo que es la naturaleza de las cosas –podemos recordar, por ejemplo, el "animal vivo" de G. Bruno–

[347] RIVAUD, A.: *Op. cit.,* p. 101.
[348] ORIO DE MIGUEL, Bernardino: *Op. cit.,* p. 361.

todo está lleno, y nada es despreciable ni ocurre en vano; las fuerzas primitivas y ocultas hacen que las cosas se atraigan y repelen entre sí y se verifique la simpatía universal, que se extiende y propaga por todas partes hasta las más extremas. Existe una uniformidad equilibradora en el conjunto de las cosas, de manera que una pérdida en un aspecto se compensa por una ganancia en otro; hay así una propagación indefinida del movimiento, y el principio de analogía gobierna este vasto panaroma de espejos o reflejos de la divinidad, que son cada una de las cosas con su grado de invidualidad, mejor o peor explicado.

La idea de conatus era el mecanismo que permitía la continuidad en todo el conjunto de relaciones armónicas. Pero, naturalmente, la idea de conatus es tan sumamente elástica e imprecisa, que se puede ensanchar cuanto uno quiera. Se puede recordar, por ejemplo, el entusiasmo del teósofo belga ante el descubrimiento del magnetismo o de los microscopios[349]. Si estudiamos a Leibniz con profundidad, esto es, por debajo del tema concreto que le ocupa en un momento dado, descubriremos en cada una de sus páginas este cosmos. Por eso, cuando, en un esfuerzo por depurar de contenido animista y ajustar matemáticamente semejante visión, encuentra a Van Helmont en 1695-96, descubre que las conclusiones a las que éste y Lady Conway llegan "son las más próximas" a las que él mismo viene elaborando desde hace años, aunque no sepan razonarlas y estén llenas de "paradojas y oscuridades". Con todo, veamos el concepto ontológico de conatus en la armonía.

Rivaud completó en 1914, con algunos inéditos de Leibniz de la época parisina, los textos publicados por Jagodinski el año precedente. Ya en la *Theoria Motus Abstracti* de 1671 Leibniz había asegurado que "el conatus es al movimiento, como el punto es al espacio, o como el uno al infinito, pues él es comienzo y fin de todo movimiento, de manera que todo lo que se mueve, por débilmente que sea, y por muchos que sean los obstáculos, propagará su conatus a través de ellos en lo lleno hasta el infinito y, por lo tanto, imprimirá su conatus a todos los demás, y siempre lo intentará, aun cuando sea superado por ellos"[350]. El conatus funda la existencia no sólo de los cuerpos, sino también de los espíritus. La diferencia entre ellos consiste en que los espíritus –la mente, afirma Leibniz– conservan los conatus, mientras que el cuerpo no los retiene más allá del momento del encuentro con el conatus contrario; carece,

[349] ORIO DE MIGUEL, Bernardino: *Op. cit.,* p. 362.
[350] *Theoria Motus Abstracti:* G.P., IV, p. 230; cfr. FRIEDMANN, G.: *Leibniz et Spinoza,* París, 1946, p. 41.

pues, de memoria, del sentido de sus acciones y pasiones, de conocimiento: "todo cuerpo es una mente momentánea" –asevera Leibniz con orgullo. Aplicado a mentes y cuerpos, el conatus es un concepto formal que explica la puesta en marcha de todo movimiento y tendencia en el sistema del universo. Sin él no habría razón que hiciera inteligible por qué, cómo y hacia dónde se mueve un cuerpo ni el hecho mismo del movimiento en oposición al reposo. La armonía será, así, la composición de los conatus[351].

Tras la formulación del cálculo diferencial e integral en 1673-75, Leibniz tiene ya en sus manos un instrumento que le posibilitará trasponer al lenguaje matemático la realidad metafísica del conatus que, como tal, no es visualizable ni, en rigor, formulable, pues no está en el espacio ni en el tiempo, pero es exigible como un plus no extensional, ontológico, para que las leyes de la Dinámica, éstas sí formulables, puedan ser entendidas. Ésta será la futura controversia sobre la Fuerza Viva, en la que Leibniz querrá hacer entrar por los cauces de la ciencia moderna el filón más profundo, aunque confuso, de la vieja Tradición teosófica. El conatus es el comienzo de un movimiento más pequeño que cualquiera asignable, o el comienzo del paso de un lugar a otro. El conatus

está, pues, a la vez en ambos lugares, pues es imposible que esté ausente de los dos, es decir, en ninguna parte[352].

Ésta es una manera impropia de hablar, mas inevitable si de algún modo ha de expresarse. Podemos recordar lo que antes nos decía sobre los infinitésimos: que no son partes, sino extremos de partes y que no se dan sino después de la división (después de la cortadura, que se diría hoy en el lenguaje matemático de Dedekind):

De aquí se sigue –agrega– que todo lo que tiende al lugar de otro, ya desde su propio extremo está en el otro lugar, es decir, los extremos de ambos lugares son lo mismo, se penetran mutuamente, y por tanto, uno no puede ser empujado sin el otro.

Esta proposición es de gran relevancia, puesto que de ella se desprende, según el insigne pensador, el dogma básico de la cosmología teosófica que también se ve en Van

[351] *Theoria Motus Abstracti:* G.P., IV, p. 230.
[352] ORIO DE MIGUEL, Bernardino: *Op. cit.,* p. 364.

Helmont: se excluye el reposo absoluto. Todo está lleno y en movimiento constante, transmitido de un cuerpo a otro indefinidamente, hasta el último rincón del cosmos. Lo dice Leibniz de esta forma:

Esta proposición es de gran importancia, pues de ella se sigue la propagación de los movimientos en lo lleno, y un cuerpo movido arrastra consigo a todos los demás, tiende (a ellos) y de alguna manera es sentido por todo el universo[353].

En rigor, el conatus permite afirmar que cada cuerpo obra allí donde no está, que todos los seres del cosmos obran los unos en los otros y que lo que verdaderamente los constituye como tales es precisamente este obrar mutuo; de lo contrario, al no haber indivisibles o mínimos físicos, se daría el reposo absoluto, el vacío, la nada, porque

el reposo es simplemente un conatus menor que cualquier otro conatus asignable, y que necesitaría toda una eternidad para hacer salir al cuerpo del lugar en que se encuentra[354].

La doctrina del conatus completa, pues, necesariamente la doctrina de la divisibilidad actualmente infinita y explica por qué existe el movimiento. Mas, como "los conatus no perecen, sino que todos son eficaces en su conjunto y perpetuos"[355], es fundamental que estén en armonía: "Harmonia, id est, compositio conatuum"[356]. Leibniz nos devuelve así el principio ontológico de la armonía como razón del ser, reelaborado en términos de conatus y deja asentada racionalmente la Tradición teosófica.

Por otro lado, identifica lo posible con lo pensable. En *Elementa Verae Pietatis* (1679), que editó Grua, el pensador afirma que "la armonía es la perfección de los pensables en tanto que pensables". Con todo, "de los diversos modos posibles, es más perfecto aquel según el cual se verifica que haya el máximo de realidad en un determinado volumen o recipiente"[357]. La armonía exige, pues, el máximo de composibilidad de los pensables. Mas, "en la mente (divina) –prosigue Leibniz en su

[353] RIVAUD, A.: *Op. cit.,* p. 116.
[354] RIVAUD, A.: *Op. cit.,* p. 116.
[355] RIVAUD, A.: *Op. cit.,* p. 116.
[356] RIVAUD, A.: *Op. cit.,* p. 112.
[357] GRUA, G.: *Textes,* p. 12.

estilo circular– todos los conatus duran, y no es elegido uno u otro mediante suma o sustracción; es elegido aquel que es el más armónico"[358]. No hay, pues, ideas aisladas en la región de los posibles ni en el mundo de los seres creados; todo pensamiento, como toda realidad mundana, implica un sistema, una coordinación, una armonía universal:

es necesario que en los pensamientos mismos haya una razón de por qué sean sentidos, es decir, existan; y esta no consiste en el pensamiento de los singulares; estará en el pensamiento de la pluralidad. Por lo tanto, en la mente, es decir, lo uno con lo múltiple. Por lo tanto, en la armonía, que es la unidad de la pluralidad o la diversidad compensada con la identidad[359].

La definición de la armonía es la definición misma del Pensamiento. Pensar y ser coinciden en la armonía universal, y ésta, en definitiva, consiste en la esencia divina, que es la absoluta inteligibilidad de todos los posibles, de entre los que Dios elige los mejores composibles, es decir, los más armónicos.

La doctrina tradicional de la armonía universal, con todas sus importantes consecuencias, no podía ser expuesta con más lucidez que como lo hizo Leibniz. Lo que no quiere decir que estuviera libre de peligros. Tal vez el más grave es que Leibniz, al menos en la época parisina (y probablemente a lo largo de toda su vida), no logró quizá liberarse del inmanentismo y panteísmo de Van Helmont y de Spinoza, a quien tan dura y desconsideradamente trató. El principio de "lo mejor", el conatus y el "mecanismo metafísico" de las esencias que tienden a la existencia, van a necesitar de los "decretos resolutivos" de Dios, para salir del atolladero. Cabría cuestionarse por qué era malo ser panteísta; el suyo habría sido un sistema intelectual del mundo bien tratado y bello, como sin duda lo fue el de Spinoza. Pero Leibniz –a diferencia de su contrincante– era cristiano y, como tal, comprometido con "los poderes fácticos" por un lado, y por otro con la Tradición. El precio que pagó a lo largo del resto de su vida es hoy para nosotros el espectáculo fascinante del genio que intenta romper la necesidad entre el infinito y la unidad[360].

[358] RIVAUD, A.: *Op. cit.,* p. 112.
[359] RIVAUD, A.: *Op. cit.,* p. 112.
[360] FRIEDMANN, G.: *Op. cit.,* pp. 242-244; 191-194. RIVAUD, A.: *Op. cit.,* p. 118 hace algunas referencias sobre el Panteismo leibniziano de la época parisina.

5.6. **La noción de "espejo viviente".**

Las líneas fundamentales del pensamiento organicista y vitalista de Leibniz han quedado ya implícitamente expuestas a lo largo de los capítulos precedentes. Se trata ahora de reestructurarlas y precisar más algunos conceptos.

Es otro modo de aproximarnos al fondo mismo del sistema, donde vuelven a aparecer, con nueva luz, todos los temas obsesivos. Una vez más nos enfrentamos al problema del método. La filosofía de Leibniz es como un diamante tallado, repleto de reflejos y perspectivas, que uno toma entre los dedos y comienza a hacerlo girar. Cada movimiento es un reencuentro y, al mismo tiempo, una nueva dimensión. Puede parecer que uno fatigosamente está siempre viendo las mismas imágenes, de volver al mismo lugar, de repetirse, mas nunca haber concluido. Siempre hay una idea, un destello vivo, un "espejo viviente", que vuelve a ofrecerse en un nuevo contexto, y hay peligro de olvidarlo o no valorarlo adecuadamente. Aquí radica la ingente dificultad de reducir a sistema el pensamiento leibniziano, dificultad que se agranda cuando uno desea y necesita ver a Leibniz en un entorno más vasto. A pesar de su ilustre capacidad de síntesis, el mismo Leibniz (que se repite sin contenerse) nos impera a no darle nada por leído, sino dejarse llevar por él de forma paciente y leer una cosa tras otra, en la seguridad de que la sorpresa o la analogía va a renacer en cualquier momento y vamos a descubrir en un discurso jurídico o matemático el argumento que nos ilumina un problema ontológico o teológico. El Vitalismo es la misma doctrina de la armonía preestablecida, esto es, una aplicación de la noción de infinitésimo, porque en el universo rige (sin salvedad alguna) la ley de la uniformidad y la continuidad, y todo en todas partes es como aquí, para que se muestre la infinita bondad de Dios... Leibniz es el impresionista de la Filosofía, y solamente tras una adaptación de la vista se está en condiciones de poderlo leer.

El problema esencial de las innumerables Filosofías que se producen desde el Renacimiento hasta inicios del siglo XVIII, y que antes he sintetizado, por fines pragmáticos, a unas pocas "Escuelas" y corrientes de pensamiento, consistía en explicar la relación que existe entre materia y actividad en el universo. Excepto el Mecanicismo, que se apoya definitivamente con R. Descartes, y sostenía que la materia es una realidad extensa, pasiva, gobernada y conservada por fuerzas extrínsecas a los corpúsculos inertes de que consta, todas las Escuelas tenían en común la creencia en un cosmos vivo, espiritual, divino, dotado internamente de sus propias fuerzas para obrar. Las alquímicas medievales "fuerzas animistas y ocultas" de las cosas habían entrado en el

Renacimiento de la mano de una nueva concepción optimista del ser humano como microcosmos y cocreador, manipulador y descubridor de lo infinito divino en cada una de las manifestaciones del cosmos, desde lo más pequeño hasta lo más grande, desde las arenas más minúsculas, los vegetales, animales, hasta las estrellas, la luna y el sol. Nada estéril o en vano; todo está lleno de vida y percepción hasta en sus más mínimas partículas de materia, y así (por semejanzas o por contrarios) todo está en todo. Era una concepción holística, totalizadora y, por eso, analógica del ser y sus manifestaciones armónicas. Conviene también no olvidar (aunque ahora no sea el momento más adecuado para detenernos en esto) el profundo impacto que esta concepción vitalista del mundo había producido en la vida cotidiana de las gentes, y comprenderemos el desgarramiento que la Nueva Ciencia y el Cartesianismo significó para muchos espíritus exquisitos, como Anne Conway, que veían en el frío choque de los corpúsculos la negación de su vida espiritual.

Pero para que el Vitalismo no fuera una Filosofía irracional, las fuerzas o virtudes ocultas debían ser sometidas a control, debían ser clarificadas por la razón y liberadas de aquella animista arbitrariedad con la que la imaginación fervorosa de cualquier mago o teósofo pudiese manipularlas. Las semillas o chispas de vida espiritual habrían de cumplir una función organizadora y catalizadora precisa y limitada en cada organismo, a fin de que éste ocupase su puesto en el total de los demás seres, sin confundirse con la vieja Alma del Mundo, que quedaba así apartada por innecesaria. El universo consistiría (lejos de todo Panteísmo) en un amplio panorama de seres individuales, vivos, esto es, organizados desde dentro cada uno por un sistema jerárquico de poderes, semillas o principios espirituales bajo la dirección unificadora de un Archaeus o espíritu dominante. Cada espíritu o sistema de espíritus estaría incorporado o acompañado de su correspondiente porción de materia, la cual se constituiría así como una modificación accidental o fenómeno fundado en el espíritu; éste realizaría su específica operación a través de la materia, produciéndose una unidad monística de cuerpo y espíritu en acciones mecánicamente realizadas, pero espiritual y vitalmente fundadas. Ésta fue, en resumen, la Filosofía vitalista que se inicia confusamente con Paracelso y se convierte en J. B. Van Helmont en un verdadero proyecto científico-religioso empíricamente contrastado, consistente en un pluralismo monadológico biologicista, que transmite perfectamente a Leibniz. Pero veamos esto con más detalle empezando por la noción de "cuerpo orgánico".

5.6.1. **La noción de "cuerpo orgánico".**

Hay una afirmación muy importante del Vitalismo leibniziano y es que no sólo se conserva la sustancia simple, sino que se conserva todo el animal orgánico, de modo que no hay propiamente ni generación ni muerte, sino el envolvimiento y desenvolvimiento del mismo animal, desde la preformación orgánica en el comienzo del mundo. Ésta es la tesis que Leibniz repite incansablemente en casi todos sus textos desde 1700 hasta la *Monadología*. Si nos acercamos un poco más a los numerosos problemas que estas aseveraciones plantean, dice Leibniz así en las *Considerations*:

Poco a poco he ido llegando a explicar mi opinión sobre la formación de las plantas y los animales, pues parece que, por lo que acabo de decir (se refiere a los experimentos científicos), jamás son formados de nuevo. Así, pues, estoy de acuerdo con Mr. Cudworth (...) en que las leyes del mecanismo, ellas solas, no podrían formar un animal allí donde nada hay organizado (...). Y confirmo la opinión de Mr. Cudworth, añadiendo que la materia preparada por una Sabiduría Divina debe estar esencialmente organizada por todas partes, y de esta manera hay máquina en las partes de la máquina natural hasta el infinito, y tantas envolturas y cuerpos orgánicos envueltos los unos en los otros, que jamás se podría producir un cuerpo orgánico completamente nuevo sin ninguna preformación, y jamás se podría destruir tampoco enteramente un animal ya subsistente[361].

Debe explicarnos Leibniz cómo "se organiza" la máquina natural, para que luego podamos comprender con precisión en qué coincide y en qué se separa de los dos Van Helmont. Ni en la carta a Sofía-Carlota ni en las *Considerations*, ni siquiera en los *Principes de la Nature et de la Grace*, ni en la *Monadologie*, encontramos una explicación suficientemente detallada y explícita, y hemos de acudir esencialmente a la correspondencia con Des Bosses.

¿Qué es, pues, un cuerpo orgánico? Toda entelequia o fuerza activa primitiva tiene siempre esencialmente una materia prima, i.e. una potencia primitiva pasiva o principio de resistencia, que no consiste en la extensión, sino en la exigencia de extensión, y completa a la entelequia para que ésta sea perfecta sustancia y pueda obrar[362]. Quiere decir Leibniz (como ya había indicado años antes en el *Specimen*

[361] G.P., VI, pp. 543-544.
[362] *A Des Bosses,* 11 marzo 1706: G.P., II, p. 306 ; 16 octubre 1706 : G.P., II, p. 324.

Dynamicum) que toda "passio corporis" también es espontánea "seu oritur a vi interna, licet occasione externi"[363]. La entelequia no cambia jamás su materia prima; ni siquiera Dios puede privarla de ella, pues la convertiría en Acto puro como es él mismo[364]. Así, la materia prima (que no es todavía extensión) define por una parte la limitación y finitud de la mónada, y por otra parte tendrá naturalmente extensión, si no es impedida por la omnipotencia divina[365]. Mas cada entelequia, con su materia prima, exige obrar y no está sola: su vida consiste en la producción y acumulación de percepciones que, nacidas de su propio fondo, la ponen en relación con las demás entelequias. Esta relación activa con las demás hace que resulte su cuerpo orgánico extenso, del que la materia prima era requisito extensional: "tot nempe sunt Entellechiae quot corpora organica"[366]. Así, la materia segunda es el resultado fenoménico de la actividad de innumerables sustancias, cada una con su entelequia (fuerza activa) y su materia prima o extensionabilidad, de modo que "la materia prima de una sustancia, que existe en el cuerpo orgánico de ésta, envuelve la materia prima de otra sustancia, no como parte esencial, sino como requisito inmediato"[367]. La fuerza primitiva activa o entelequia prima deviene así "velut per limitationem"[368] fuerza derivativa activa, que se ejerce en fuerzas derivativas, acciones y pasiones de los cuerpos orgánicos, las cuales no son sino entes por agregación, y por lo tanto, semimentales, como el arco iris y otros fenómenos bien fundados[369]. La fuerza derivativa (en rigor, la fuerza viva, mv^2, como primer resultante en la jerarquía de lo sensible) será así la misma fuerza activa "en un instante". Esto es, la fuerza primitiva de la entelequia que, permaneciendo en sí inmutable, pasa de una percepción a otra, es expresada en los diversos estados transitorios momentáneos de su cuerpo orgánico, constituyéndose de esta manera el conjunto de fuerzas derivativas como resultado fenoménico, modificación accidental y cambiante de las fuerzas primitivas; agregación no sustancial, que Leibniz denomina materia segunda: "Materia instar fluminis mutatur, manente Entellechia, dum machina subsistit"[370], "Entellechia corpus suum organicum mutat seu materiam secundam"[371]. El cuerpo orgánico es la primera célula de actividad *in actu exercito* de la entelequia, en el que ésta verifica su

[363] *Specimen Dynamicum,* II: G.M., VI, p. 251.
[364] *A Des Bosses,* 10 octubre 1706 : G.P., II, pp. 324-325.
[365] *A Des Bosses,* 13 enero 1716 : G.P., II, p. 510.
[366] A *Des Bosses,* 16 marzo 1709 : G.P., II, p. 368.
[367] *A Des Bosses,* 16 octubre 1706 : G.P., II, p. 324.
[368] *Specimen Dynamicum,* I: G.M., VI, p. 236.
[369] *A Des Bosses,* 11 marzo 1706 : G.P., II, p. 306.
[370] *A Des Bosses,* 11 marzo 1706 : G.P., II, p. 306.
[371] *A Des Bosses,* 16 octubre 1706 : G.P., II, p. 324.

punto de vista según la ley armónica de composibilidad con los otros cuerpos orgánicos de las restantes entelequias[372]; cada una de éstas tendrá su cuerpo orgánico adecuado *pro momento*, esto es, en perpetuo cambio[373]; adecuado al grado de perfección, i.e. de representación de la entelequia, y adecuado a la necesidad de la relación con las demás en el momento dado; por lo tanto, dotado de la sutilidad también adecuada.

Mas el cuerpo orgánico traslada la acción de la entelequia al cosmos de lo sensible, al mundo de los fenómenos, de las fuerzas derivativas, la extensión, la impenetrabilidad, la masa... En resumen, el salto de la entelequia a lo sensible no es tal sino "pro gradu percipientis": es la limitación inmanente a la representación necesariamente parcial que cada mónada finita tiene de las demás: "massa nihil aliud est quam phaenomenon ut iris", "vires derivativae ad phaenomena relego"[374], lo que no quiere decir que carezcan de realidad en sí (bien fundada) para una mente clara, para Dios. Vemos así el carácter ontológico de la Psicología leibniziana, el aspecto prekantiano de la noción de fenómeno[375], y su radical identidad con el Espiritualismo realista de Van Helmont. Ahora se puede entender mejor la metáfora del Arlequín en "El Emperador de la Luna": todo es como aquí, y la fuerza probativa ontológica de la metodología leibniziana[376]; vamos desde lo aparente, lo sensible y próximo a lo invisible, insensible y lejano, donde la analogía y uniformidad no es en modo alguno un procedimiento incorrecto en el rigor de la expresión: "invisibilia Dei per visibilia conspiciuntur" era el programa biológico de los Van Helmont.

5.6.2. **La noción de "animal orgánico".**

Un *cuerpo orgánico* no es todavía un *cuerpo animal*, un animal orgánico. "Orgánico" significa sólo "estructurado vitalmente", *ex entellechiis resultans*, y sabemos que además una piedra o un trozo de mármol está lleno de cuerpos orgánicos. Para que haya una "sustancia orgánica", un animal orgánico, se requiere que las sustancias "ex quibus resultat" estén regidas por una *mónada dominante* y haya, además, un *vínculo sustancial*, distinto de las sustancias, incluida la dominante, que

[372] *A Des Bosses,* 8 febrero 1711 : G.P., II, p. 419.
[373] *A Des Maizeaux,* 8 julio 1711 : G.P., VII, p. 535.
[374] A *Des Bosses,* 20 septiembre 1709 : G.P., II, p. 390. A *De Volder* (carta no remitida al destinatario), probablemente escrita en 1705, cfr. GUEROULT, M.: *Op. cit.,* p. 188.
[375] GUEROULT, M.: *Op. cit.,* pp. 188-189. Naturalmente existe una jerarquía dentro del universo de los fenómenos en cuanto a su grado mayor o menor de "realidad" y de "imaginación". Mas, para nuestro propósito actual lo dicho es suficiente.
[376] *V. Escrito a Clarke,* n.24: G.P., VII, p. 394.

produzca la verdadera unidad orgánica: es lo que Leibniz llama *sustanciado*, sustancia corporal, o sustancia orgánica:

Yo opino –dirá a Des Bosses– que, admitidos los sustanciales además de las mónadas, es decir, admitida una cierta unión real, se da una unión, que hace que un animal o cualquier cuerpo orgánico de la naturaleza sea "unum substantiale", dotado de una mónada dominante, más allá de la unión que constituye un simple agregado como un conglomerado de piedras: ésta última consiste en la mera unión de presencia o local, mientras que la otra consiste en la unión que constituye el sustanciado nuevo, que la Escuela llama "unum per se", y a la otra "unum per accidens"[377].

Un sustanciado monádico (una planta, un animal) es, por ende, una "máquina de la naturaleza", una estructura orgánica jerarquizada de mónadas, "dominando unas sobre otras según grados de perfección"[378], y presididas todas por una mónada central, "que es principio de unidad y está rodeada por una masa compuesta por la infinidad de las otras mónadas que constituyen el cuerpo propio de esta mónada central"[379]. La sustancia compuesta o sustanciado es, así, una máquina de la naturaleza (un todo cualitativo y funcional) que tiene su entelequia adecuada (la mónada central) y su cuerpo o materia segunda o masa, que es el conjunto siempre fluyente de los cuerpos orgánicos de todas las entelequias contenidas; máquinas envueltas en otras máquinas, cada una dotada de su propia entelequia, inadecuada a la anterior y a las sucesivas, y todas ellas separables de la entelequia dominante total[380]. Esto es, las máquinas del sustanciado cambian y se renuevan sin que cambie el compuesto, puesto que la mónada dominante escapa a todo cambio: "nec ulla monas, praeter dominantem, etiam maturaliter vinculo substantiali affixa est, cum monades caeterae sint in perpetuo fluxu"[381]. Las mónadas no son (no pueden ser) partes de la sustancia compuesta, como lo eran del agregado. Es cierto que tanto en éste como en aquella las entelequias o fuerzas primitivas son inespaciales e inextensas; el espacio y el tiempo no es sino el fenómeno resultante de la relación entre ellas en sus fluyentes cuerpos orgánicos: "ordo coexistentium et sucessivorum phaenomenorum"; no hay entre ellas ni proximidad ni

[377] A *Des Bosses,* 20 septiembre 1712 : G.P., II, p. 457.
[378] A *Des Bosses,* 16 junio 1712 : G.P., II, p. 451.
[379] *Principes de la Nature... :* G.P., VI, pp. 598-599.
[380] A *Des Bosses,* 11 marzo 1706 : G.P., II, p. 306.
[381] A *Des Bosses,* 23 agosto 1713 : G.P., II, p. 482.

distancia, ni están unidas en un punto matemático ni diseminadas en el espacio, pues "revera non sunt ingredientia, sed tantum requisita materiae"[382]; esto es, cada entelequia es sólo requisito, no parte de su propio cuerpo orgánico. Esto se comprueba tanto en el agregado como en la sustancia compuesta. Mas una vez dicho esto, lo que sucede es que, mientras que en el agregado estos cuerpos orgánicos constituyen el todo, i.e. el todo es suma de ellos como partes, todo y partes se implican mutuamente de manera que si se dividen las partes el agregado se desintegra, en la sustancia compuesta, por el contrario, los cuerpos orgánicos no entran *formaliter* en la composición: "substantia composita non consistit formaliter in monadibus et earum subordinatione", sino que son independientes y separables de la sustancia compuesta: "a quibus composita dicitur, etsi ex iis non sit aggregata":

He aquí la diferencia formal entre la sustancia compuesta y la mónada, y entre la sustancia compuesta y el agregado, y la independencia de la sustancia compuesta respecto de sus ingredientes, por los cuales es compuesta, aunque no aglutinada de ellos. Así, decimos que permanece numéricamente la misma sustancia compuesta (verbi gratia, un hombre, un animal), no sólo aparentemente, sino realmente, aunque los ingredientes cambien perpetuamente y estén en continuo flujo[383].

La sustancia compuesta es, así, *unum per se*, funcional, ideal, que posee a la mónada dominante como fuerza activa primitiva del compuesto, como *forma sustancial* del animal. Las mónadas y otras sustancias compuestas parciales son ingredientes "quae exiguntur, non necesario requiruntur ut formaliter constitutivae", y que, como fuerzas primitivas que no dejan de ser, producen sus parciales e individuales fuerzas derivativas (como las actividades parciales de los diversos cuerpos de un ejército[384]), mas es la mónada dominante la que, sin ser ejecutora inmediata de "cada" fenómeno (como el general del ejército tampoco lo es), unifica el "todo fenoménico" de las acciones y pasiones del compuesto: "sufficit, substantiam corpoream esse quiddam phaenomena extra animas realizans"[385].

[382] A *Des Bosses,* 16 junio 1712 : G.P., II, p. 451.
[383] A *Des Bosses,* 29 mayo 1716 : G.P., II, pp. 517, 519.
[384] A *Des Bosses,* 16 junio 1712 : G.P., II, p. 451. La metáfora del ejército fue empleada también por Van Helmont, como aparece citado en BELAVAL, Y.: *Op. cit.,* pp. 244-245.
[385] A *Des Bosses,* 29 mayo 1716 : G.P., II, pp. 518-519 ; 16 junio 1712 : G.P., II, p. 451.

Ahora bien, Leibniz compara la relación entre las mónadas, el vínculo sustancial y el compuesto orgánico con el fenómeno del eco: se dan las emisiones del sonido, que son las mónadas; la pared reflectante, que es el vínculo; y el eco, que son las modificaciones, i.e. el compuesto. La "sustancia compuesta es el eco de las mónadas, la cual por su sola constitución, una vez puesta, exige las mónadas, pero no depende de ellas"[386]. Los sonidos actúan independientemente sobre la pared (cada mónada sobre el vínculo), mas es éste, y no aquéllas, la fuente de las modificaciones: "substantiale definiri potest ut fons modificationum"[387], cuyo conjunto resulta ser la sustancia compuesta, aunque las mónadas sean la génesis del sonido; por eso, "exiguntur" o, como dice en ocasiones el propio Leibniz, el compuesto depende de las mónadas "non dependentia logica (de modo que ni Dios pudiera desconectarlas de él), sed dependentia naturali", a menos que Dios en un momento dado decida otra cosa[388]. Los sonidos son naturalmente necesarios para que haya eco; mas los mismos sonidos pueden producir diversos ecos, si cambia la curvatura de la pared, como sería el caso de la Transustanciación eucarística, piensa Leibniz[389]. Tocamos, así, una vez más, con Leibniz, los límites de la razón. Sabemos que la composibilidad (armonía) de las mónadas, que nosotros descubrimos desde los fenómenos, debe estar fundada en un vínculo unitivo cuya realidad es un misterio, pero cuya operatividad "realizans phaenomena" no interfiere el curso natural de lo inteligible y de lo visible. No vemos la razón fundante de la unión sustancial, mas entendemos la razón fundada y realizada. El vínculo sustancial que opera la unión real en las sustancias compuestas pertenece en exclusiva a la órbita del acto creativo divino. Con todo, como la razón fundante se impone a este mismo acto creativo –Deus ob rationes inclinatus–, resulta que la composibilidad monadológica preestablecida se ha de dar la mano con la analogía y uniformidad universal: "invisibilia pero visibilia", todo es como aquí, uniforme en el fondo de las cosas, y variable en las apariencias de los fenómenos según grados de perfección.

[386] A *Des Bosses,* 19 agosto 1715 : G.P., II, p. 504.
[387] A *Des Bosses,* 29 mayo 1716 : G.P., II, p. 517 ; 19 agosto 1715 : G.P., II, p. 504.
[388] A *Des Bosses,* 20 septiembre 1712 : G.P., II, p. 458.
[389] A *Des Bosses,* 20 septiembre 1712 : G.P., II, p. 459.

5.6.3. **Todo es un "espejo viviente". No hay nacimiento ni muerte.**

En una palabra, toda la compleja estructura de la sustancia compuesta, del animal, viene a regirse por las mimas leyes que la sustancia simple, y es analógicamente la misma. Por eso, Leibniz asegura que, así como se conserva la sustancia simple, también debe conservarse la sustancia compuesta, esto es, todo el animal vivo, no siendo el nacimiento y la muerte sino apariencias. En diversas ocasiones hemos tocado ya este importante tema del Vitalismo leibniziano y hemos sugerido el problema epistemológico que suponía apuntalar su doctrina de las "mónadas envueltas en otras mónadas" con la teoría de la "preformación orgánica" de los animales, generalmente admitida en su época. Ahora, después de ver cómo se trazan las líneas maestras de su Vitalismo, podemos aseverar que Leibniz, con todas sus limitaciones (propias, por otro lado, de la incipiente Embriología de su época) era antes un metafísico y un teósofo, que un biólogo o un científico, aunque toda su obra está empapada de biología y concepciones biológicas. Efectivamente, la permanencia de todo el animal vivo y la negación de la generación y la corrupción *stricto sensu* son consecuencias lógicas de su noción de sustancia, del principio de continuidad y de la analogía en el sentido fuerte que hemos visto. La sustancia simple o fuerza activa primitiva conserva siempre su cuerpo orgánico aunque éste, como materia segunda, se transforme continuamente; de la misma forma, la sustancia compuesta, cuya fuerza activa primitiva es la mónada dominante, conserva siempre su cuerpo orgánico, aunque las mónadas o cuerpos orgánicos "ex quibus resultat" se transformen en continuo flujo; esto es, en ambos casos ha permanecido la "unidad orgánica de la sustancia":

equidem verum est, animam non transire de uno corpore organico in aliud, sed semper in eodem corpore organico manere, ne morte quidem hanc legem violante. Veruntamen considerandum est, hoc ipsum corpus organicum idem manere, ut navis Thesei, seu ut flumen, id est, esse in fluxu perpetuo, nec fortasse ullam materiae portionem asignari posse, quae eidem semper animali vel animae propria maneat[390].

Ahora bien, la razón de la equiparación de ambas clases de sustancias en cuanto a la permanencia es doble: A/ toda sustancia, hasta la más perfecta, salvo Dios mismo,

[390] A *Des Bosses,* 24 abril 1709 : G.P., II, p. 370 ; cfr. a *Des Maizeaux,* 8 julio 1711 : G.P., VII, p. 535.

necesita de un cuerpo orgánico para que pueda obrar; era, como apuntamos, la razón de su perfección, "para que ninguna criatura sea desertora del orden general"; B/ este mismo orden (según el principio de analogía) debe mantenerse en "lo no visible" así como lo vemos constante "en los fenómenos observables". Supongamos –dirá Leibniz – que el animal sea como una gota de aceite, y su alma como un punto en la gota. Si separamos la gota en otras más pequeñas, cada una de éstas será, a su vez, una gota globular (*globosam*) y el punto existirá en alguna de las nuevas gotas. De la misma forma, el animal permanecerá en aquella parte en la que permanece el alma, es decir, la parte que conviene máximamente al alma. Esto es, así como la naturaleza del líquido afecta a su circularidad, que se mantiene, así también "la naturaleza de la materia construida por el Autor Sapientísimo afectará siempre a su orden u organización" y ésta, en consecuencia, habrá de mantenerse. Por ende, las almas y los animales no pueden ser destruidos, aunque puedan ser disminuidos y envueltos hasta extremos tales que su vida no nos sea perceptible. Pues no cabe duda de que tanto en el nacer como en el desnacer "naturam certas leges servare, nihil enim divinorum operum est ordinis expers"[391].

En su esfuerzo por explicar la Transustanciación eucarística, Leibniz había llegado a admitir, ante Des Bosses, que Dios "destruiría el vínculo sustancial del pan y del vino junto con sus modificaciones o accidente, para ser sustituido por el vínculo sustancial del cuerpo de Cristo"[392]. En síntesis, podría admitirse el milagro eucarístico, aunque el vínculo sustancial o sustancia del cuerpo animado no nazca ni perezca[393].

Por otro lado, la arquitectura o niveles de las mónadas dentro del *anima*, "envueltas unas en otras", tenía asimismo un fundamento ontológico, antes de acudir a los microscopios. Lo acabamos de apuntar y Leibniz lo viene reiterando desde la correspondencia con la Electora Sofía del año 1696 con ocasión del Vitalismo de Van Helmont. La idea tradicional del microcosmos y de las sustancias como "espejos del universo", que tanto encantaban al teósofo belga, es reelaborada por el propio Leibniz con la noción de "máquina orgánica": "estando la materia construida por la sabiduría divina, debe estar esencialmente organizada hasta el infinito, y por lo tanto, debe haber máquinas de máquinas hasta el infinito, envueltas unas en otras desde el comienzo". Y es precisamente este envolvimiento de unas máquinas en otras el que las hace

[391] A *Des Bosses,* 11 marzo 1706 : G.P., II, pp. 306-307.
[392] A *Des Bosses*, 20 septiembre 1712 : G.P., II, p. 459.
[393] A *Des Bosses,* 24 junio 1713 : G.P., II, p. 474 ; 23 agosto 1713 : G.P., II, pp. 481-482.

indestructibles en tanto que máquinas orgánicas, y no sólo porque la entelequia que las basa lo sea, cosa en la que hasta ahora (avisa Leibniz) nadie había pensado:

où l'on n'avoit jamais pensé : c'est que les machines de la nature estant machines jusque dans leur moindres parties, sont indestructibles à cause de l'enveloppement d'une petite machine dans une plus grande à l'infini[394].

Efectivamente, la máquina tiene su entelequia adecuada, mas esta máquina contiene otra máquina inadecuada a la anterior, con todo adecuada a sí misma, y ésta a su vez contiene otra inadecuada a la anterior pero adecuada a sí misma, y así recursivamente, de modo que "aedem materia (secunda) substat pluribus formis, sed diverso modo pro ratione adeaquationis"[395]. Y como todas estas máquinas están presididas y centralizadas por la máquina adecuada a la entelequia dominante, se sigue que todo el animal ha de permanecer indestructible, envolviéndose y desenvolviéndose incesantemente, "cambiando de teatro", aunque no siempre nosotros nos apercibamos de ello, como sucede con las pieles de la serpiente, las hojas de las cebollas, las orugas, moscas o gusanos de seda, las capas de la perla o los vestidos del Arlequín.

Leibniz, ya se sabe, se negaba a admitir la multiplicación de mundos distintos, sustituyéndolos por uno y el mismo mundo en infinitos grados de consciencia, lo que viene a ser lo mismo, más allá de accidentales problemas terminológicos. Son, en suma, "mundos incluidos en otros mundos". Ni para su maestro en biología, Van Helmont, ni para él mismo hay muerte ni nacimiento en rigor del término, sino diversos grados infinitésimos de percepción y de consciencia desde el "atourdissement des monades toutes nues" hasta los espíritus más perfectos. Pero todos, desde el inicio, con su cuerpo orgánico adecuado en un proceso interminable de *enveloppement* y *developpement* en el conjunto armonioso de la materia segunda del mundo; proceso en el que (también en Leibniz) el sueño y los alimentos cumplen una función biológica muy importante. *"Todo está ligado, pero además todo está vivo".*

[394] *Considerations sur les natur.plastiques...:* G.P., VI, p. 543.
[395] A *Des Bosses,* 11 marzo 1706 : G.P., II, p. 306. Leibniz añade que no se puede asignar a ninguna entelequia una porción de materia "infinite parva (qualis nec datur), etsi in tales conclusiones solemus ruere per saltum". Y sabemos que, según el pensador, lo "infinite parvum" es solamente una operación mental pro calculo, aunque nos es lícito, para comprender el continuo, hablar de una porción de materia "infinitesimalmente" pequeña, i.e. "minor quavis data", lo que es suficiente para nuestro argumento.

CAPÍTULO 6

LA RESPUESTA VITALISTA DE LEIBNIZ: UNA ONTOLOGÍA UNIFICADA

"Depuis plus d'un siècle déjà, le sujet n'en finit
pas de mourir et de ressusciter sur la scène
de la pensée philosophique. »[396]

6.1. **Introducción.**

A principios del s. XVIII, en torno a los años 1702-1705 Leibniz redacta sus escritos vitalistas más relevantes: es convidado por Basnague de Beauval, editor de la revista "Histoires des Ouvrages de Savans", a participar en la polémica que enfrentaba a Cudworth y Grew, por un lado, y a Bayle, por otro, en torno a las naturalezas plásticas o principios hilárquicos, como explicación de la acción del alma en los procesos orgánicos de los cuerpos. Leibniz escribe, a este fin, las *Considerations sur les Principes de Vie et sur les Natures Plastiques* (1705), tras haber rechazado poco antes (1702) la doctrina del Espíritu Universal Único. La hija de Cudworth, Lady Masham, en cuya residencia vivió Locke los últimos momentos de su vida (1705), fue, junto con el diplomático Thomas Burnett de Kemney, la intermediaria corresponsal entre Leibniz y el pensador inglés en el proceso de elaboración de los *Nouveaux Essais*. Mas esta correspondencia está cruzada con la que Leibniz mantiene con la reina Sofía-Carlota, por cuyas manos pasaban todos los trabajos filosóficos de Leibniz durante estos años. Sofía-Carlota, entusiasta admiradora de Fco. M. Van Helmont, fue el secreto gran amor del solitario Leibniz y a sus estímulos y apoyo debemos la redacción definitiva de la *Theodicée*. La correspondencia con las dos ilustres e ilustradas damas constituye el conjunto de piezas literariamente mejor acabadas de Leibniz, y sin duda la inspiración teosófica de los Platónicos de Cambridge por una parte, y el círculo intelectual de la siempre soñada Corte prusiana, por otra, elevaron los vuelos espiritualistas del cerebral pensador. Sigue a continuación la polémica con el popular médico profesor de la

[396] BERNET, Rudolf: "Le sujet traumatisé », *Revue de Métaphysique et de Morale,* 2 (2000), p. 141.

universidad de Halle, George Stahl (cuestión abordada en el cap. 4), que culminará, tras las puntualizaciones a Des Bosses y diversa correspondencia con otros médicos, en los *Principes de la Nature et de la Grace fondés en Raison*, y en la síntesis final, que es la denominada *Monadologie* (1714).

La pregunta radical que había que hacer a todos los pensadores vitalistas, una vez abandonado, al menos de forma oficial, el Cartesianismo, era así de sencilla: si todo es vivo, si la vida penetra por todos los poros del ser, ¿qué diferencia hay –si alguna haya– entre lo orgánico y lo inorgánico, entre una piedra y una planta, un animal, un hombre? Y centrando después la discusión en los seres llamados orgánicos, ¿cómo interactúan la parte físico-química y la parte espiritual en la producción de una acción vital? Resolver la segunda cuestión no implicaba necesariamente tener resuelta la primera. Por ejemplo, J. B. Van Helmont creía que el gas sutil o volátil de los "archaei insiti", que reside en cada mínima parte orgánica, produce la unidad de la acción vital en los seres vivos, sin arriesgar demasiado en cuanto a las piedras o seres inorgánicos, cosa que sí hizo su hijo, por lo demás.

Leibniz, manteniendo siempre que "todo está lleno de vida", intenta resolver los dos problemas de una vez. En primer lugar, él da su respuesta general y la repite incansablemente, la cual ha sido reproducida por tratadistas y Manuales de Filosofía; y en segundo lugar, nos detendremos en las polémicas con todos sus interlocutores, que es donde descubrimos al Leibniz más genuino.

6.2. **"Todo está lleno de vida".**

Hemos visto a lo largo de este trabajo que el principio teosófico de analogía ("todo en todas partes y en todos los tiempos es como aquí"), y su complementario principio de continuidad ("nada se hace por saltos en la naturaleza"), constituyen el término medio de la argumentación de Leibniz en los momentos cruciales de su análisis de la naturaleza. Este "complejo conceptual", que tiene su traducción ontológica y matemática en la noción de infinitésimo, fue empleado por Leibniz en la explicación de la armonía, en el "Error Memorabilis Cartesii", en la definición de la unidad simple, en el concepto de emanación y preexistencia de las almas, en la función epistemológica y psicológica de las "petites perceptions" para definir la continuidad y permanencia del Yo sustancial, y, en fin, en el análisis de la jerarquía infinita de los grados de perfección de las criaturas. No podía faltar evidentemente cuando Leibniz quiere definir su

Vitalismo: toda la materia está repleta de vida y percepción hasta en sus más mínimas partículas.

Es absolutamente necesario entender bien este trazado teórico. Del principio de analogía –uniformidad en el fondo de las cosas y variedad en sus manifestaciones visibles– y del principio de continuidad –divisibilidad y división actual de la materia hasta el infinito–, principios que son premetafísicos y prematemáticos– "metaphysicóteros", los denomina en ocasiones el propio Leibniz–, deriva éste todo su sistema cosmológico, hasta el extremo de hacer coherente lo paradójico. Pues paradójico y contradictorio parece afirmar a la vez la uniformidad y continuidad de todo con la división actual de la materia: si algo es continuo y uniforme, no se ve cómo pueda estar dividido. Pero ocurre que tal separación lo es hasta el infinito, esto es, aunque lo infinitamente pequeño es una ficción matemática de nuestra mente, podemos no obstante sustituir en el cálculo lo infinitamente pequeño por lo más pequeño que cualquier porción dada, de modo que el error se hace así más pequeño que cualquier error dado, con lo que –dice Leibniz– desaparece el error, pues siempre será menor que cualquier error dado. Así, pasando de la Geometría a la materia, podemos asegurar que ésta está dividida actualmente "in partes quavis data parte minores" y que, por lo tanto, no hay parte de ella que no esté subdividida o contenida en otra hasta el infinito[397]. Ésta es la naturaleza de la materia y del movimiento, de modo que el reposo y el movimiento, el ser y la nada, el uno y el todo, están en perfecta continuidad: "el reposo –señala Leibniz– no es sino un movimiento infinitamente pequeño", y se recordará que de estos presupuestos aparece la noción de conatus, de movimiento y, en suma, la idea de entelequia prima siempre activa, aunque vuelva a surgir el fantasma del Panteísmo. Quiere decirse con esto que Leibniz es la culminación más perfecta del pensamiento teosófico cosmológico de todos los tiempos, y sorprende cómo no se ha valorado esta dimensión en su debida importancia[398].

Una dama británica, llamada Lady Masham –comenta el pensador– me regaló un libro de su padre Mr. Cudworth, titulado *Sistema Intelectual*, y mi agradecimiento ha sido recompensado por una respuesta muy amable por su parte, en la que me pide

[397] V. , por ejemplo, carta a *Des Bosses,* 11 marzo 1706: G.P., II, p. 305.
[398] *Specimen Dynamicum*, Pars. II: G.M., VI, pp. 249-251.

algunas explicaciones sobre lo que ha leído de mi en P. Bayle y en el Journal des Sçavans[399]. Así que me he visto obligado a escribir una carta un poco extensa

en la que le expongo que mi gran principio de las cosas naturales es el del "Arlequín, Emperador de la Luna"(...), a saber, que siempre y por todas partes en todas las cosas todo es como aquí. Es decir, que la naturaleza es uniforme en el fondo de las cosas, aunque haya variedad en el más y en el menos y en los grados de perfección. Esto es lo que hace una Filosofía lo más sencilla y, a la vez, lo más concebible del mundo[400].

Nuestros cuerpos tienen perfección, esto es, vida. Ahora bien, cada parte de esta materia viva que los compone sería demasiado privilegiada si ella sola tuviera una ventaja que la distinguiera infinitamente y esencialmente de todas las otras que la rodean:

es, por lo tanto, necesario que haya vida y percepción por todas partes[401].

Así, pues, como primera afirmación, podemos decir que, en virtud del principio de uniformidad, no puede haber más que una diferencia gradual –en variedad de perfección– entre lo orgánico y lo inorgánico: tan llena de vida está la piedra como el cuerpo humano, y no hay entre estas dos cosas –sub specie aeterni[402]- distinción alguna: "en el fondo" son lo mismo. Procuremos no distraernos ahora con el larvado Panteísmo que tal vez subyace en esta aseguración, y concentrémonos en el lado vitalista del asunto.

La vida consiste básicamente, para Leibniz, en tener percepción y *appetitus*. Ahora bien –prosigue la uniformidad analógica–, como nuestras percepciones a veces son nítidas y conscientes o con reflexión, y otras veces son confusas y oscuras,

[399] Las cartas están reproducidas en G.P., III, pp. 336-348. El texto de Cudworth al que Leibniz hace alusión es *The True Intellectual Systhem of the Universe*, London, 1678. Sobre Lady Masham, véase WIDMAIER, R.: *Damaris Masham,*geb. Cudworth, geb. 18 January 1658 in Cambridge, gest. 20 April 1708 in Oates, en STUD. LEIBN. 18, 1986, pp. 211-227.
[400] G.P., III, p. 343.
[401] G.P., III, p. 343.
[402] La expresión es de PAGEL, W.: *"*Helmont, Leibniz, Stahl*", Op.cit.,* p.48.

será fácil de juzgar que habrá seres vivos cuya percepción será oscura y confusa y sin reflexión[403].

Las "petites perceptions" o inconscientes no solamente sirven a Leibniz para afirmar la permanencia del Yo sustancial, sino que es además un argumento para asegurar la continuidad entre lo orgánico y lo inorgánico, cuya diferencia, en última instancia, solamente reside en el hecho de que la piedra no es consciente de sus percepciones, y naturalmente nosotros hoy tampoco se las vemos, aunque ciertamente podría hacerlo un ser privilegiado en conocimiento (ése es el sentido del "sub specie aeterni"). En una palabra, el principio de uniformidad de la naturaleza permite asegurar que entre lo orgánico y lo inorgánico no hay más diferencia que el grado de percepción y de consciencia. Todos lo seres son del mismo género en el fondo, y de variedad de manifestaciones jerarquizadas en el exterior. Ni más ni menos que como había sostenido Van Helmont y Lady Conway[404]. La doctrina leibniziana de los dos reinos –el mecánico y el espiritual– nacerá de otras consideraciones: será, como ya se ha visto, un recurso "infinitesimal", para salvar la autonomía del mundo fenoménico y poder estar así con unos y otros, con los Cartesianos y con los Vitalistas ontológicos.

Esta misma uniformidad nos hace entender, además, dos cosas: primero, la jerarquía infinitamente continua de seres vivos, desde los genios más perfectos hasta las

[403] G.P., III, p. 344.

[404] Este mismo principio de uniformidad llevó a Conway a defender, de un modo más nítido y terminante que Leibniz, una concepción esencialista del mundo. Una propiedad es un atributo esencial o metafísicamente necesario de una cosa, cuando ésta no es concebible ni puede existir sin ella. Así entendía R. Descartes la extensión y el pensamiento como atributos esenciales de las dos únicas clases de sustancias creadas. Según esto, un hombre no es "esencialmente" un animal racional, como creía Aristóteles, sino una sustancia pensante, de modo que no puede existir y ser no-pensante; lo mismo sucede con la extensión. Mas, si esto es así, ser caballo o ser no-caballo no es un atributo esencial del caballo y, por lo tanto, en rigor podría cambiarse en cualquier otra sustancia material de cualquier otra especie. Conway recoge esta doctrina, pero niega que haya dos clases de sustancias; sólo hay una naturaleza o esencia creada que se define "esencialmente" por "ser mudable o cambiable y estar dotada de alguna clase de fuerza interior organizada". Con todo los "individuos" de esta sustancia o naturaleza no pueden cambiar sin que se destruya el orden objetivo inteligible. Por ende, todo "individuo creado", perteneciente a la sustancia "Criatura", puede transformarse de una especie en otra manteniendo su "naturaleza creada" y su "identidad individual". Yo no puedo transformarme en Ese caballo; mas puedo transformarme en caballo, pues el caballo y yo somos de la misma naturaleza o esencia –"en el fondo, la naturaleza es uniforme"–, y nuestras respectivas subespecies se diferencian sólo modalmente. "En todas las transformaciones que cabe observar en las cosas –dice Conway– la sustancia o esencia permanece siempre la misma; es sólo un cambio de los modos, de manera que la cosa deja de ser de este modo y comienza a ser de otro modo" (*Princ. Philos*., VI, 3, p. 45). Véase esta cuestión y compárase con la doctrina leibniziana de la "uniformidad de las cosas en el fondo y su variedad en los grados de perfección" junto con la doctrina de la "permanencia del mismo animal orgánico, dentro de sus múltiples posibles "cambios de teatro".

criaturas más viles; y segundo, que así como todos nuestros actos espirituales están siempre acompañados de su correspondiente resonancia material, así

todo será como aquí en el fondo y estos genios, según mi opinión, estarán siempre acompañados de cuerpos orgánicos dignos de ellos, de una sutilidad y fuerza proporcionada a su conocimiento y a la potencia de estos espíritus sublimes. Y siguiendo este principio, no habrá jamás almas separadas, ni inteligencias enteramente libres de materia, a excepción del Espíritu Soberano, autor de todo y de la materia misma[405].

Hasta aquí hemos comparado las criaturas en su conjunto –continúa Leibniz–. Vamos ahora a analizar cada criatura consigo misma, en su pretérito, presente y futuro, y observaremos –según el principio– que

desde el comienzo del mundo y para todo tiempo futuro, todo es y será siempre como aquí y como en el presente en el fondo de las cosas, no sólo respecto de los seres entre sí, sino también respecto de cada ser consigo mismo[406].

Esto es, cada ser vivo o dotado de percepción –pero ya sabemos que todos sin excepción lo son o, al menos, todos tienen vida–, permanecerá siempre y conservará siempre sus órganos adecuados, ya que la percepción y la materia deben ser universales no sólo respecto del espacio, sino también respecto del tiempo. Es la continuidad temporal, que implica dos cosas:

no sólo que cada sustancia tendrá percepción y órganos, sino que los tendrá siempre[407].

Leibniz, como gran maestro prestidigitador, hace observar a la reina Sofía-Carlota que ahora habla de "una sustancia" y no de un "agregado de sustancias", y le obsequia con esta filigrana:

[405] G.P., III, p. 344.
[406] G.P., III, p. 344.
[407] G.P., III, p. 344.

Yo hablo aquí de una sustancia, no de un simple agregado de sustancias, como podría ser un rebaño de animales o un estanque lleno de peces, donde basta con que sean las ovejas y los peces los que tengan percepción y órganos; aunque debemos pensar que en el intervalo, lo mismo que en el agua del estanque entre los peces, habrá siempre otras cosas vivas más pequeñas, y así indefinidamente siempre sin ningún vacío[408].

Lo primero que Sofía-Carlota debiera preguntar aquí al maestro es si la distinción entre "sustancia" y "agregado de sustancias" también deriva del principio de uniformidad y continuidad, pues a simple vista no lo parece y todo induce a sospechar que el maestro ya no juega limpio. Cabe preguntarse, ¿cómo es que ahora es sólo la sustancia la que permanece, ella y sus órganos correspondientes, y no le ocurre lo mismo al agregado de sustancias? ¿qué le falta al agregado de sustancias para ser pez, si también el estanque está lleno de "cosas vivas sin vacío alguno"? El filósofo de Hannover no da aquí respuesta directa a este esencial problema, y habrá de elaborar la noción de sustancia o mónada dominante y el concepto de sustanciado, para poder diferenciar claramente entre "sustancia o unidad simple" (la mónada), "sustancia orgánica o sustanciado con una mónada o unidad dominante que vincula a las infinitas sustancias simples produciendo la unidad orgánica" (pez), y los fenoménicos "agregados de sustancias" sin unidad ni permanencia alguna pero que estén llenos de y fundados en sustancias vivas sin vacío" (estanque). Y es, según vimos, justamente en la correspondencia con Des Bosses donde se dan estos matices (en los últimos años de vida de Leibniz). No obstante, Leibniz no traiciona su principio, y habría respondido a la reina lo que algunos años atrás explicara a la madre, la Electora Sofía: "mis meditaciones se centran en la unidad y el infinito, y es admirable comprender hasta qué medida lo infinito penetra todas las cosas". El salto aparente dado por el discurso del pensador no es tal, sino la consideración de la misma uniformidad y continuidad, corroborada ahora desde lo infinitamente pequeño: aunque el estanque no ofrezca unidad vital "a nuestros ojos", en cambio está repleto de infinitas unidades "invisibles": "nullum vacuum formarum":

[408] G.P., III, p. 344.

en lo cual se verifica también la máxima de que todo es como aquí, tanto en lo invisible como en lo visible[409].

Ya hemos visto anteriormente de qué modo acude Leibniz a los descubrimientos con el microscopio y a la teoría de la "preformación orgánica de los animales en el plasma primitivo", para "confirmar" su hipótesis espiritualista: "orgánico" significa "lleno de almas o entelequias". Ahora, en esta correspondencia con la reina Sofía-Carlota, su argumentación es la misma, mas está deducida más explícitamente del principio de uniformidad:

No es concebible –dice– cómo la percepción puede comenzar naturalmente, como tampoco la materia (...). Y si no puede comenzar naturalmente, tampoco debe terminar[410],

argumento helmontiano/leibniziano que ya conocemos. Y el fundamento analógico de esta permanencia de la sustancia es éste:

la diferencia de una sustancia respecto de sí misma no puede ser mayor que la de una sustancia respecto de otra,

o, dicho con otras palabras, si la uniformidad nos ha permitido establecer percepción y vida en todos los demás seres por comparación al nuestro –uniformidad horizontal–, con cuánta más razón habrá de asegurarse la permanencia de tal percepción en la misma sustancia –uniformidad vertical–:

es decir, es la misma sustancia la que ha de tener su propia percepción más o menos viva y acompañada de más o menos reflexión[411].

Se mantiene, por lo tanto, inalterable la misma sustancia simple; inalterable e indestructible.

[409] G.P., III, p. 345.
[410] G.P., III, pp. 344-345.
[411] G.P., III, p. 345.

Si, además, los científicos nos hablan de la "preformación orgánica" desde el comienzo del mundo, todas las piezas del sistema encajan a la perfección. He aquí las palabras del propio Leibniz:

Y nada podrá destruir todos los órganos de esta sustancia, al ser esencial a la materia ser orgánica y estructurada (artificieusse) por todas partes, porque es efecto y emanación continua de una Soberana Inteligencia, aunque estos órganos y estructuras (artífices) se encuentren lo más frecuentemente en las pequeñas partes que nos son invisibles, como es fácil juzgar por lo que se ve. Y en esto se verifica también la máxima de que todo es como aquí tanto en lo invisible como en lo visible. De donde se sigue que, naturalmente y hablando con rigor metafísico, no hay ni generación ni muerte, sino solamente desenvolvimiento y envolvimiento de un mismo animal. De lo contrario, habría demasiado salto, y la naturaleza escaparía demasiado de su carácter de uniformidad por un cambio esencial inexplicable[412].

Evidentemente quedan a este respecto aún muchas cosas por decir, algunas ya comentadas con anterioridad. Pero la vanidad del pensador alemán se quedaba satisfecha con este pequeño juego de presdigitación analógica realizado ante la reina:

He aquí en pocas palabras toda mi Filosofía, bien popular sin duda, puesto que no asume nada que no responda a lo que nosotros experimentamos, y está fundada en dos aforismos tan comunes como son el del teatro italiano: "que c'est ailleurs tout comme icy", y aquel otro de Tasso: "che per variar natura é bella", que parecen contradecirse, pero que es necesario conciliar entendiendo el primero del fondo de las cosas, y el otro de las formas y apariencias[413].

En la obra *Considerations sur les Principes de Vie et sur les Natures Plastiques*, en un contexto ya más exigente, precisa Leibniz con firmeza y claridad su posición a este respecto. De esta manera, según Leibniz, una porción de materia tiene infinitos órganos y, por ende, infinitas entelequias; mas ella no está animada; no es orgánica:

[412] G.P., III, p. 345.
[413] G.P., III, p. 348.

No podemos decir por ello –señala enérgicamente Leibniz– que cada porción de materia esté animada, como no decimos que un estanque lleno de peces sea un cuerpo animado, aunque el pez lo sea[414].

Sintetizando, he aquí la primera afirmación fundamental del Vitalismo leibniziano: la materia está organizada hasta el infinito, mas en tanto que fenómeno no es orgánica, no es un organismo. Y, como se ve, la clave de todo el sistema está en la noción de infinito.

Con todo, donde aparece su grandeza y su genialidad, se esconde también su peligro y sus puntos débiles. Ya que Leibniz ha de responder a unas cuentas afirmaciones enormemente arriesgadas:

1/ la materia es, *de facto*, un continuo físicamente divisible hasta el infinito.

2/ cada unidad simple espiritual está siempre asociada a algo orgánico y viceversa.

3/ los fenómenos materiales, aunque fundados en las entelequias, son siempre tales sólo *quoad nos*, y quizás no en sí mismos. De donde,

4/en última instancia, todo es vida espiritual en el universo, y la materialidad de los fenómenos sigue probablemente sin recibir una adecuada justificación ontológica.

Se correría así el peligro de quedarnos en el espiritualismo helmontiano o, a lo más, en un panlogismo metafísico idealista. Pensamos que Leibniz fue muy consciente de estas dificultades y del difícil equilibrio al que ellas le obligaban, y de aquí nace, en nuestra opinión, su secreto y constante coqueteo con lo orgánico, con los "archaei" y la materia sutil y volátil. Le sucedió con este problema algo semejante a lo que le pasó con la emanación de las sustancias frente a Spinoza: tanto más enérgicamente lo rechazaba cuanto más lógicamente próximo a él secretamente se sentía.

[414] G.P., VI, p. 539.

CONSIDERACIONES FINALES

1. Para Leibniz, tanto Vesalio y su obra *De humani corporis fabrica*, como Copérnico y su texto *De revolutionibus orbium coelestium,* no pasaron por alto. Tampoco pasó por alto para él la tradición galénica. Leibniz observó el contraste general entre los aspectos biológicos y físicos de la revolución científica del siglo XVI. Los aspectos biológicos raramente parecían alzarse muy por encima del nivel fenomenológico y, en sus más altos vuelos teóricos, como en el caso de William Harvey, extenderse únicamente para abarcar sistemas limitados. Leibniz no encontraba ninguna señal de cambio metafísico en los principios de la biología de los ss. XVI-XVII, con la excepción del mecanicismo cartesiano. El mecanicismo biológico de Descartes se convirtió (salvo unos pocos filósofos del s. XVIII, incluido el propio Leibniz) más en una transformación universal de la explicación sistemática que en un cambio metafísico.

2. Copérnico, al igual que Oresme, entendía que sólo cuando un cuerpo está fuera de su lugar natural se produce movimiento rectilíneo (o más bien, debería decirse, parece producirse) como en el caso de la piedra que cae; y estos movimientos rectilíneos forzados nunca son uniformes, mientras que sí es uniforme el movimiento circular natural de todas las cosas. Esta idea la va a retomar Leibniz en su concepción vitalista de la realidad, estableciendo un principio activo dinamizador, interno, que hace mover, repleto de vida, todo el sistema universal.

En Europa las consideraciones metafísicas de Leibniz o de Descartes parecían mucho más pertinentes, como sustrato de una visión científica del mundo, que cualquier variedad de milenarismo o utopismo, de modo que, a pesar de las discrepancias ingentes entre Leibniz y Descartes (que eran filósofos muy desemejantes) por una parte y Newton por la otra, tenían en común más unos con otros (a todos les interesaba, por ejemplo, la cinética macroscópica) que con Francis Bacon.

3. Un concepto postclásico que tuvo gran importancia en la mecánica del siglo XVI es el de "impetus" –muy tratado por Leibniz en su dinámica–. Este nuevo concepto no alteró las categorías aristotélicas del movimiento.

4. El filósofo de Hannover bebe directamente de las filosofías pre-barrocas a la hora de edificar su *Weltall*. Se aprecia la influencia de Paracelso y su teoría del cuerpo carnal y cuerpo *astral* en el hombre. Leibniz, al igual que Kenelm Digby, Robert Boyle e Isaac Newton, defendía el neoplatonismo, el hermeticismo, el paracelsianismo (en resumen, la magia) y pensaba que estos sistemas filosóficos fueron esenciales para el desarrollo de la ciencia y el rechazo de la filosofía del pasado.

5. Alrededor de 1620 la línea de división entre ciencia racional-matemática y mecanicista por un lado y una visión animista o mágica de la naturaleza por el otro, fue trazada por fin, aunque apenas definida. Leibniz y su maestro en biología Van Helmont, también K. Digby, estaban del lado de esta segunda visión. Al concluir el siglo XVIII, la astrología, la alquimia y la magia descenderían súbitamente al nivel de subculturas inferiores. Leibniz, en cambio, respetaba mucho estas ciencias.

6. Leibniz tomará al igual que Newton la fisiología de Walter Charleton como saber de referencia en sus pensamientos biológicos.

7. En la base misma de la teoría mecánica de Newton había un problema difícil y aún no resuelto: la medición de la fuerza. La raíz del problema se remontaba a 1669, puesto que en tal fecha se había hecho aparente que en el choque inelástico el producto total de la masa por la velocidad se conservaba, mientras que en el choque elástico una cantidad más grande, la masa por la velocidad al cuadrado, se conservaba: la "fuerza" que faltaba había desaparecido en la deformación de los cuerpos inelásticos. De manera similar, si se considera que la fuerza de un cuerpo que se mueve es proporcional a su velocidad, ello concuerda con la primera de las anteriores medidas; si (como prefería Leibniz) a la fuerza se la considera proporcional a la altura de la ascensión o del descenso, concuerda con la segunda medida. Leibniz dio a la primera (*momentum*) el nombre de "fuerza muerta", y a la segunda el de "fuerza viva" (*vis viva*). La mitad de la *vis viva* ($1/2\ mv^2$) es nuestra energía cinética. Desde 1686, año en el que Leibniz condenó la medida de fuerza cartesiana (y después newtoniana), declarando que la *vis viva* contenía la única concepción verdadera y matemática de la fuerza, hasta 1743 hubo un extenso debate e inconcluso sobre este asunto en la definición.

8. Leibniz se inscribió en falso contra las tesis principales desarrolladas por Stahl en su *Theoria medica vera* (1708). La crítica leibniziana se refiere esencialmente a la concepción stahliana del organismo, más concretamente sobre el vínculo orgánico presunto del alma y el cuerpo en los seres vivos fenomenales. Stahl y Leibniz utilizan un nuevo concepto en sus teorías, designado por el término de *organismo*: se saldan de los modelos mecanicistas de tipo más o menos cartesiano, que dominaban en una buena parte la teoría fisiológica en su tiempo.

A Leibniz, el concepto de *organismo* parece surgirle en los primeros años del s. XVIII y usa este término entonces para designar, en contraste con las máquinas de fabricación humana, las máquinas de invención divina, lo que significa los cuerpos orgánicos susceptibles de un análisis de sus dispositivos integrados fuera y que se extenderían al infinito. Leibniz está interesado en el respeto a las condiciones específicas de inteligibilidad de las entidades orgánicas.

9. Leibniz mantiene el axioma según el cual todo se produce mecánicamente en los cuerpos. Leibniz distingue en efecto lo que es sustancial de lo que es accidental; y en la categoría de sustancial, distingue de nuevo sustancia y substanciado (*substantiatum*): este último concepto devuelve a algún agregado de sustancias que sea, lo que es el estatuto de todo cuerpo fenomenal como tal.

Basándose en su reforma de la mecánica y en la dinámica como teoría integrada de las fuerzas, Leibniz profesa que las leyes de los fenómenos son de dos tipos: las unas son "matemáticas" y se refieren a la representación geométrica de los fenómenos; las otras son "metafísicas" y reflejan el hecho de que el principio activo o *entelequia* de los orígenes de los fenómenos se expresa en el orden mecánico imponiendo a éste las modalidades formales.

Leibniz hace hincapié en el hecho de que las máquinas de la naturaleza, que representan excelentemente las sustancias compuestas animales y humanas, saben regenerarse y reproducirse, y son capaces de operaciones funcionales dependiendo de la percepción y del apetito, contrariamente a las máquinas fabricadas que carecen de autosuficiencia y autonomía funcional.

Para apoyar el sistema de representación de la estructura orgánica, Leibniz se ve obligado a prolongar analógicamente la experiencia reflexiva de la integración del alma y del cuerpo. Así supone que se producen modalidades infraconscientes de la percepción/apetito susceptibles de simbolizar la causalidad funcional que corresponde a

la mayoría de las operaciones orgánicas. Y así postula que la realización de las voliciones y determinaciones perceptivas conscientes significa la ejecución de disposiciones orgánicas que producen secuencias funcionalmente ordenadas de movimientos en el aparato motriz sensitivo.

10. Leibniz para cambiar el sentido de la noción "mecanicista" de sustancia corpórea se basa en Aristóteles. Él está de acuerdo con los modernos en que las propiedades corporales son minimizables al movimiento de la materia, y en que todos los fenómenos corpóreos se pueden explicar de forma mecánica. Para Leibniz, si la causa del movimiento no habita en la naturaleza corpórea, entonces, hablando estrictamente, el movimiento no pertenece a su naturaleza, puesto que toda sustancia, que sea tal, ha de ser autosuficiente respecto de sus propiedades fundamentales. Para hacer de la sustancia corpórea propiamente sustancial Leibniz se acoge a la doctrina aristotélica de la *forma sustancial*, y establece la distinción entre *materia* y *cuerpo*. La noción de cuerpo, exige, conforme Leibniz, agregar a la noción de extensión un principio de actividad, un principio de acción, la forma sustancial o "mente", eliminando de esta manera la referencia a Dios como la causa del movimiento en los cuerpos. Según esto, los seres humanos, los animales, las plantas e incluso los elementos químicos –dirá Leibniz–, todos son sustancias, por cuanto que están constituidos de forma (o mente) y materia, en donde la primera actúa de modo constante sobre la segunda, y al hacerlo así produce una unidad.

Leibniz le reconoce a Descartes que la extensión es *un* atributo del cuerpo; pero, contra él, sostiene Leibniz: a/ la extensión no es el *principal atributo* del cuerpo, pues de ella no resultan las demás propiedades del cuerpo; b/ no es debido a la extensión por lo que los cuerpos son sustancias.

Leibniz, al sostener que la esencia del cuerpo consiste, no en su extensión (como Descartes), sino en la forma sustancial (o "mente"), restablece la idea de sustancia, de manera que en lugar de dos mundos –el mundo de los cuerpos y el mundo de los espíritus– que se expanden en un flujo de fenómenos incomprensibles, ambos subsisten constituyendo un todo consistente de seres creados.

11. Leibniz en sus textos hace mucho hincapié en la *dinámica*, con la noción de *fuerza* como rasgo básico de la sustancia, y como base para dar cuenta de las leyes de la *physis*. La naturaleza de la sustancia consiste, ante todo, en que ella no es simplemente

una capacidad o facultad de actuar, sino que de por sí actúa, caso de que nada se lo impida: de toda sustancia siempre nace alguna acción.

Leibniz establece dos importantes diferenciaciones con respecto a la noción de *fuerza*: 1/ la fuerza *activa* es de dos tipos, o bien *primitiva*, la cual es inmanente en cada sustancia corpórea *per se*, o bien *derivativa*, que, al resultar de una limitación de la fuerza primitiva a través de la colisión de los cuerpos entre sí, por ejemplo, se muestra en diferentes grados. La fuerza primitiva (o entelequia primitiva) corresponde al alma o forma sustancial; 2/ la fuerza *pasiva* es de dos tipos también: o *primitiva* o *derivativa*. La fuerza primitiva paciente o de resistencia corresponde a la materia prima. Como *resultado* la fuerza derivativa paciente se muestra en diferentes grados en la materia *secunda*. Ambas fuerzas primitivas, activa y pasiva, completan una genuina unidad, un "ente per se", una "sustancia corpórea".

Leibniz sostiene que las formas o almas son el requisito esencial de todo ente real; mas por sí solas no son entidades reales completas; las unidades reales ontológicas, las sustancias simples (o individuales) son las sustancias corpóreas, entendiendo por tales, no almas, sino animales. De esta forma los cuerpos están hechos (compuestos) de sustancias corpóreas, análogas a los animales.

Leibniz en 1695 está empleando el esquema hilemórfico para su caracterización de la sustancia, tomando como paradigma de la sustancia individual (o "simple") a la sustancia corpórea, cuya naturaleza, análoga a la de un animal, viene definida por dos principios o constituyentes: materia y forma.

A finales del s. XVII Leibniz aplica la diferenciación entre materia *prima* y materia *secunda* a la distinción entre sustancias simples (las sustancias corpóreas, los animales) y los agregados (los cuerpos, un rebaño, una masa).

Las sustancias corpóreas constituyen en la década de 1690 el ámbito íntegro de la metafísica leibniziana; y Leibniz caracteriza la naturaleza de la sustancia corpórea mediante la noción de *fuerza*; noción de la que se vale para conectar básicamente su metafísica a su física (o, en términos leibnizianos, a su "dinámica") y a su concepción biológica. Leibniz plantea, así, un mundo de sustancias corpóreas, organismos, seres vivientes, como las únicas entidades reales. Incluso la *mónada* –término que empieza a emplear por esta época (la primera vez que lo utiliza es en su carta a Fardella en 1696)– viene caracterizada aquí –y en tanto que unidad metafísica esencial– de modo muy distinto a como lo será en la *Monadología*. En su tratado *De ipsa natura* (1698) el

término mónada es introducido en el modelo hilemórfico con el significado, no de alma (o forma), sino de animal (o ser viviente) con alma (o forma sustancial).

12. Mediante la noción de *fuerza* Leibniz elabora su dinámica en oposición a la mecánica y a la metafísica de Descartes y Spinoza. Frente al mecanicismo cartesiano –que pretende explicar todos los fenómenos del mundo natural en términos de figura, tamaño y movimiento; y el movimiento como un modo de extensión (cuerpo), cuya causa (extrínseca) es Dios–, Leibniz sostiene, en primer lugar, que los cuerpos contienen en sí la fuente de sus acciones; de lo contrario, serían un mero modo de Dios –al modo spinoziano–. La causa del movimiento de los cuerpos y de sus leyes habita en los cuerpos mismos. En segundo lugar, ese principio que reside en los cuerpos y que da cuenta de su comportamiento no puede ser meramente la extensión o el movimiento; ese principio es lo que Leibniz denomina *fuerza*. Y si la fuerza habita en los cuerpos mismos, entonces éstos no son cosas inertes, no son meramente extensión, como mantienen los cartesianos, sino que están basados en auténticas unidades, que son el cimiento de las fuerzas en el mundo. En tercer lugar, la fuerza –sobre la que versa su dinámica– arroja mucha luz para entender el verdadero concepto de sustancia. Mas las sustancias a las que Leibniz atribuye la fuerza son, no las mónadas, sino las sustancias corpóreas. Las fuerzas pertenecen al *unum per se*, a los organismos, que, en esta fase de su pensamiento, constituyen las sustancias corpóreas.

Leibniz a partir de su viaje por Italia en 1687, acrecienta su interés por la dinámica, buscando sostenerla en sus desarrollos matemáticos. Este dinamismo, en su aplicación a la determinación de la naturaleza de la sustancia, recibe la fórmula general de la "ley de la serie", y a través de ella busca Leibniz la conexión de la dinámica –el movimiento y sus leyes– a la metafísica. La noción de *serie* tiene en Leibniz el sentido técnico de una sucesión aritmética o algebraica regulada por una *razón*, y es generalizable a una secuencia cualquiera de hechos, sucesos, razones o causas ligadas por una ley. Además, la noción de *serie* viene conjugada con las de *multiplicidad* y *orden*: una serie es una multiplicidad dotada de una regla de orden, y, correlativamente, una multiplicidad es un conjunto (*agregatum unitatum*) sin regla ni orden. El pluralismo leibniziano adquiere, de este modo, el sentido de multiplicidades ordenadas. Leibniz se vale de la noción de serie, con sus especificaciones, y aplica el esquema de una serie de términos positivos y negativos como paradigma de desarrollo y de organización en

todas las materias: para su crítica al empirismo; para el desarrollo de la mónada; para la evolución mundial; para el proceso del conocimiento.

13. Leibniz pluraliza la revolución copernicana, manifestando que hay miles y miles de soles. El paradigma copernicano queda, entonces, relativizado: es *un* modelo (no *el* modelo, como lo es para Kant), que se ha de reiterar tantas veces cuantas sea necesario por la variación del centro; no hay un punto estático, hay infinidad. Y el progreso del conocimiento consiste en ir de sol copernicano a sol copernicano, de punto ordenado en punto ordenado.

14. Leibniz busca una explicación de las leyes naturales que trascienda la mera apelación al arbitrio divino. Las leyes naturales son leyes *insitae*, leyes fundamentales en las naturalezas de las cosas, de forma que incluso las leyes mecánicas necesitan una fundamentación en un principio formal, no-material; y este "principio formal" que basa las leyes de la dinámica es la potencia activa primitiva de las sustancias. Por tanto, las leyes de la dinámica son, en última instancia, expresiones de la naturaleza esencial de la sustancia.

15. En el paradigma serial, los caminos de series son múltiples, y para su ordenamiento Leibniz dispone de otra noción esencial en su pensamiento: la noción de *función*. El término es empleado en sentido matemático (función analítica) por primera vez por Leibniz, y es ampliado su sentido (más allá de las cantidades numéricas) por Euler en el siglo XVIII. La función, entendida en este sentido ampliado, coincide con lo que Leibniz llama *razón*. Y adquiere en el sistema leibniziano el sentido moderno de correspondencia reglada entre elementos cualesquiera pertenecientes a múltiples series (series de operaciones que, conduciendo a las mismas correspondencias, son distintas, aunque sus resultados sean equivalentes).

16. Leibniz adopta una postura intermedia entre el necesitarismo spinoziano y el voluntarismo cartesiano: los cartesianos piensan que las leyes de la naturaleza vienen establecidas por una simple voluntad, sin razón alguna. Los spinozianos consideran que pueden demostrarse por necesidad geométrica. Para Leibniz ni una cosa ni la otra son verdad, surgen de lo conveniente o lo mejor.

En su concepción de la naturaleza Leibniz está fuertemente arraigado en Aristóteles. La naturaleza es regular, cual artesano cuidadoso, no hace nada irracional ni vano, no rechaza nada que pueda aún ser utilizado, y obtiene siempre lo mejor dentro de lo posible. Este enfoque aristotélico está muy presente en Leibniz. Las leyes de la *physis* se basan en las naturalezas de los seres creados; la naturaleza produce efectos *ordenados*; y el orden más perfecto, en el cálculo combinatorio, es el más simple; el mejor orden optimiza la combinación de leyes simples con mayor pluralidad de fenómenos. La determinación de la combinación ganadora (con existencia) se minimiza a uno de los problemas de máximos y mínimos, para cuya resolución precisamente había inventado Leibniz el cálculo infinitesimal.

Las leyes de la *physis* (extraidas de principios metafísicos) se caracterizan, conforme esto, por su sencillez. Leibniz se acerca así considerablemente a la concepción de Aristóteles de la naturaleza y, mediante el principio de lo conveniente o lo mejor, reestructura (contra F. Bacon, R. Descartes y B. Spinoza) el uso de las causas finales en física. Dios (o la naturaleza) actúa siempre por las vías más fáciles y más determinadas. De ahí que todas las cosas en la naturaleza entera pueden demostrarse, bien por las causas finales, bien por las causas eficientes. La naturaleza no hace nada en vano; la naturaleza actúa por las vías más breves, con tal de que sean regulares.

17. Del principio de lo mejor o de lo conveniente, surge la ley de continuidad o principio de continuidad. Este principio rige todo el sistema de Leibniz: todo va por grados en la naturaleza, y nada a saltos; y esta regla, en lo que concierne a los cambios, es una parte de la *ley de continuidad*: en matemáticas permite pasar, a través del cálculo infinitesimal, de lo discontinuo a lo continuo; en física, se pasa de lo pequeño a lo grande por grados; en psicología, las percepciones son graduales; en ontología hay también una jerarquía gradual: primeramente los posibles progresan (pasan) a la existencia según *ratio* (grado de esencia o grado de perfección); en biología sucede lo mismo, se produce un progreso gradual; luego, dentro de los existentes, hay una gradación desde las simples mónadas desnudas hasta los espíritus; no se pasa de una mónada a otra mediante saltos, sino mediante metamorfosis (la naturaleza "no está hecha a intervalos"). Para Leibniz, "todo está ligado, pero además todo está vivo y en continuo dinamismo". Leibniz llama a la ley de continuidad "principio del orden general", que posee su génesis en el infinito y es absolutamente necesario en geometría,

aunque también se cumple en física, puesto que la sabiduría soberana, que es la fuente de todas las cosas, actúa como un geómetra perfecto.

La ley de continuidad viene, *a priori*, explicada por el principio de lo mejor o de lo conveniente; mas halla verificación, *a posteriori*, en la experiencia: en los descubrimientos, por entonces recientes, en biología, de Leewenhoek, Swammerdam, Malpighi.

18. Del "gran principio de razón suficiente", especificado en el mundo natural como principio de lo mejor o de lo conveniente, infiere Leibniz la *identidad de los indiscernibles*; inferencia que está en estrecha vinculación con la ley de continuidad. La identidad de los indiscernibles viene formulada por Leibniz así: "no se dan en la naturaleza dos seres absolutamente reales que sean indiscernibles". O también: "no hay dos sustancias completamente semejantes que difieran sólo en número". La identidad de los indiscernibles se basa en (la teoría de) la "noción completa" de la sustancia: si cada sustancia viene definida por sus propiedades, entonces la verdadera identidad se basa en la definición. La fórmula *praedicatum inest subjecto* traduce precisamente la identidad de los indiscernibles.

19. Al utilizar Leibniz por primera vez la expresión "mónada" en una carta al matemático De l'Hospital en 1695, coincidiendo con la presencia, aún no física, pero sí espiritual de Van Helmont en Hannover, ha hecho pensar a muchos investigadores que, en efecto, Leibniz debe al *Corpus Helmontianum* el término "mónada". Así para Stein, Feilchenfeld, Mahnke, Politella, Becco y otros. En cambio, otros como Brunhofter, Friedmann, Hutin piensan que Leibniz y G. Bruno tienen una fuente común de inspiración pitagórica, pues incluso alguno de los textos del Nolano se inscriben justamente con este título.

En nuestra opinión, lo que más interesa aquí es que este término nos posibilita descubrir la evolución interna de la filosofía leibniziana que, efectivamente, entre el año 1695 y 1696 señala un giro decisivo hacia la "simplicidad" de la sustancia y encauza a Leibniz por los senderos del Vitalismo organicista, aspectos ambos que no aparecen, al menos con tanta nitidez y precisión, en escritos anteriores. Autores como Van Helmont están en el fondo con toda su carga "vitalista", aunque Leibniz no tomara directamente de él el término "mónada", sino que lo recogió del ambiante kabbalístico y de la Tradición teosófica.

La teoría de las mónadas le permite a Leibniz solucionar algunos problemas (la conexión entre las leyes de los cuerpos y las leyes de las almas, por ejemplo) todavía persistentes en su teoría dinámica de la sustancia, a la vez que muestra la proclividad de Leibniz (a partir de 1700) hacia el reduccionismo metafísico: entendidas las sustancias como mónadas, la realidad entera consta de mónadas.

Conforme Leibniz, todo está lleno de vida y percepciones. Desde este vitalismo sustancial, Leibniz conforma su noción de *mónada* y estructura su más completo sistema metafísico. En donde haya ser, hay, pues, vida (*bios*), alma: todo está repleto de almas; éstas son *entelequias* (comportan cierta perfección), autosuficientes, indivisibles y son las verdaderas *unidades* y origen de todos los seres. Estas unidades indivisibles son llamadas por Leibniz *mónadas*, término proveniente del griego *monas*, que significa *unidad*; acuñado por los pitagóricos, retomado por Platón (en el *Fedón*) y cultivado en la tradición hermética y cabalística, en la que beben G. Bruno, Van Helmont, Rosenroth y Leibniz.

Leibniz concibe la mónada como un átomo, no físico, sino ontológico: "el átomo de sustancia", la "unidad real", la "sustancia simple", el "verdadero elemento indivisible". Y también para Leibniz, como para Pitágoras, para Platón y para Van Helmont, las mónadas son los principios, los auténticos elementos de todas las cosas. Leibniz parte de que todo compuesto es el resultado de una agregación o suma de sustancias simples.

20. Leibniz empieza a estudiar las leyes de los *choques* de los cuerpos, a partir de su regreso de París. Es la Dinámica, con la ayuda de la Geometría y las Matemáticas, sobre todo del cálculo diferencial, sin el cual es imposible entender dicha Dinámica; ya que sólo el tratamiento infinitesimal del *conatus* y del *ímpetus* posibilita comprender el movimiento gradual y no por saltos de los cuerpos, superar las leyes de Descartes, explicar la divisibilidad actualmente infinita de la materia y negar el Atomismo.

La Dinámica conduce a Leibniz a comprender que lo que define a los cuerpos no es la extensión, sino la fuerza activa, la cual puede y debe ser medida por las leyes del choque. No obstante, su exégesis adecuada exige unas realidades metafísicas (la equivalencia entre la causa total y el efecto total, por ejemplo), que obligan a aceptar en los cuerpos algo no físico, una unidad de fuerza, y a explicar desde ella las nociones físicas (fenoménicas, relativas) de espacio, tiempo, movimiento, materia, cuerpos compuestos..., mostrando así que son fenómenos bien fundados.

Leibniz retoma el bagaje metafísico previo, como por ejemplo los conceptos de noción completa, espontaneidad, expresión, armonía, conatus, etc., para hacernos ver que la Física los confirma, los exige,... Para Leibniz la distinción entre Metafísica y Ciencias Naturales no era nada relevante. Forzó todos los hilos magistralmente a la búsqueda de la *Philosophia Perennis*. Armonizó inagotablemente a Antiguos y Modernos.

21. Al parecer de Leibniz, las leyes del movimiento hasta entonces admitidas (1690) no eran capaces de explicar la conservación de la fuerza. Su perplejidad residía en la dificultad de explicar el incremento de la velocidad de un móvil que entraña sistemáticamente algo de futuro, que no está contenido en su formulación matemática. Lo que Leibniz le pide a la Física, lo que él comprueba es que toda sustancia, por su noción íntegra, lleva en sí desde el principio todo lo que en cualquier momento futuro le sucederá. Esta idea no era nueva, pero sí es nuevo el giro epistemológico que Leibniz le va a conferir.

Leibniz había llegado al pleno convencimiento de la relatividad del espacio y, consiguientemente, de todo movimiento; la experiencia muestra que en el movimiento y en el choque de dos cuerpos es complicado saber qué proporción del movimiento corresponde a cada uno y ni siquiera si hay movimiento absoluto, o en todo caso éste sería matemáticamente irrelevante. De manera que lo real y absoluto en el movimiento no es lo matemáticamente cuantificable, sino la fuerza motriz en sí misma.

Para Leibniz, la causa contiene en sí todo el efecto futuro. Éste es el significado ontológico de la fómula $F = mv^2$. La fuerza viva es una racionalización matemática de nuestra experiencia y, como tal, puede y debe ser tratada mecánicamente. Esta nueva Física nos lleva así a la misma noción completa del ser contingente: toda sustancia contiene en sí todo lo que le sucederá en el futuro.

22. En cuanto a la "vis elastica" como confirmación del principio de continuidad y divisibilidad, Leibniz en contra de Descartes replica que según el principio de continuidad, "el reposo puede ser considerado como una velocidad infinitamente pequeña": ni reposo ni movimiento son realidades absolutas, sino fenómenos de nuestra imaginación sólo inteligibles mediante la noción de infinitésimos, de manera que la igualdad (de movimiento entre dos cuerpos) puede ser considerada como una

desigualdad infinitesimal, donde la diferencia entre ellos es más pequeña que cualquiera otra dada.

23. La universalidad de la conservación de la fuerza viva y la doctrina de la elasticidad conducen a Leibniz a una redefinición más precisa de la tradicional doctrina del *conatus* y del *ímpetus*, mediante el cálculo diferencial e integral absolutamente originales: con estos instrumentos construye el fundamento o base científica de la noción de sustancia como fuerza viva o entelequia, liberándola de su ganga animista, y apuntando nítidamente sus coincidencias y diferencias con Van Helmont.

La formulación matemática de la fuerza viva, mv^2, introduce en la nueva Física un hecho positivo, el cuadrado de la velocidad, que está más allá de toda intuición geométrica. Conforme Leibniz, el cuadrado de la velocidad tiene siempre un sentido positivo; su único sentido es precisamente ser positivo, ser una sumación acumulada en origen; y su significado en la fórmula $F = mv^2$ es justamente ese plus de potencia radicalmente ajeno a la intuición, que existe ya en la causa, como efecto futuro; es la capacidad actual del cuerpo animado de fuerza viva para elevarse ulteriormente a aquella altura que consumirá dicha fuerza.

Leibniz llama a la fuerza básica "fuerza muerta", pues aún no existe el movimiento, sino solamente la solicitación al movimiento; y al sumatorio de las fuerzas básicas o fuerza ordinaria lo denomina "fuerza viva", que está unida al movimiento actual. Según Leibniz decir que en el universo se conserva la misma fuerza viva es afirmar que se conserva la misma fuerza motriz o cantidad de acción. Lo que en la mente del pensador alemán estaba claro es que en la relatividad de los cambios recíprocos de los cuerpos hay un absoluto, que es la fuerza viva ejercida en la conservación de la fuerza motriz y que R. Descartes, al absolutizar la cantidad de movimiento, ignoró incapacitándose para dar razón del movimiento.

24. Leibniz emplea abundantemente en sus escritos el término "apetición". El apetito (*appetit*) es para Leibniz la tendencia de una percepción a otra, que en los animales se llama *pasión* y *voluntad* cuando la percepción es un entendimiento.

25. El filósofo de Hannover se sentía muy orgulloso de haber mostrado cómo las leyes de la Dinámica solamente se entienden suponiendo los principios metafísicos de causa-efecto, fuerza-conatus. Pero, a la vez, la Dinámica confirma y muestra en los

fenómenos las nociones metafísicas a priori de la noción completa de la sustancia, espontaneidad, principio vital...

26. El principio de armonía supone que el universo cambia constantemente y que contiene un número infinito de seres distintos, sometidos a variaciones continuas. La armonía solamente se satisface si la variedad de las cosas es la más grande posible. Es, pues, necesario que haya a la vez en todas partes del universo un movimiento ininterrumpido junto a la más perfecta determinación de las cosas. Pero todavía, todo ser ha de ser movimiento, ya que de lo contrario contendría indivisibles físicos, lo que es imposible. La extensión no puede ser, por tanto, según Leibniz, la esencia de los cuerpos (como asumía Descartes).

La noción de *conatus* es de extraordinaria importancia en el pensamiento leibniziano. Conatus, *nisus*, tendencia o finalidad de las cosas de la naturaleza es una noción griega y forma parte fundamental del pensamiento aristotélico. Pero la tradición platónica, o mejor plotiniana y, en general, neoplatónica y gnóstica, había hecho de este vago concepto un uso místico, teológico y escatológico extraordinariamente confuso: todo en la naturaleza descendía del Uno y deseaba retornar a la unidad originaria. Mas es en el Renacimiento, cuando la potente obra de Ficino, Pico y Paracelso, seguidos de una pléyade incontable de escritores de toda índole y origen, configura de modo masivo la idea de la naturaleza como organismo vivo.

La idea de *conatus* era el mecanismo que permitía la continuidad en todo el conjunto de relaciones armónicas. Para el filósofo alemán el conatus funda la existencia no sólo de los cuerpos, sino también de los espíritus. La diferencia entre ellos consiste en que los espíritus –la mente, dice Leibniz– conservan los conatus, mientras que el cuerpo no los retiene más allá del momento del encuentro con el conatus contrario; carece, pues, de memoria, del sentido de sus acciones y pasiones, de conocimiento: "todo cuerpo es una mente momentánea" –para Leibniz.

El *conatus* explica así la puesta en marcha de todo movimiento y tendencia en el sistema del universo. Sin él no habría razón que hiciera inteligible por qué, cómo y hacia dónde se mueve un cuerpo ni el hecho mismo del movimiento en oposición al reposo. La armonía será, así, la composición de los conatus. Todo está lleno y en movimiento constante, transmitido de un cuerpo a otro indefinidamente, hasta el último rincón del cosmos.

En rigor, el *conatus* permite afirmar que cada cuerpo obra allí donde no está, que todos los seres del cosmos obran los unos en los otros y que lo que verdaderamente los constituye como tales es precisamente este obrar mutuo; de lo contrario, al no haber indivisibles o mínimos físicos, se daría el reposo absoluto, el vacío, la nada, porque el reposo es simplemente un conatus menor que cualquier otro conatus asignable, y que necesitaría toda una eternidad para hacer salir al cuerpo del lugar en que se encuentra.

Leibniz expuso con gran lucidez la doctrina tradicional de la armonía universal. Aunque hay que decir que Leibniz no logró quizá liberarse del inmanentismo y panteísmo de Van Helmont y de Spinoza. El principio de "lo mejor", el conatus y el "mecanismo metafísico" de las esencias que tienden a la existencia, van a necesitar de los "decretos resolutivos" de Dios, para salir del atolladero.

27. El Vitalismo leibniziano es la misma doctrina de la armonía preestablecida, esto es, una aplicación de la noción de infinitésimo, porque en el universo rige (sin salvedad alguna) la ley de la uniformidad y la continuidad, y todo en todas partes es como aquí, para que se muestre la infinita bondad de Dios... Leibniz es el impresionista de la Filosofía.

El universo consistiría para Leibniz (lejos de todo Panteísmo) en un amplio panorama de seres individuales, vivos, esto es, organizados desde dentro cada uno por un sistema jerárquico de poderes, semillas o principios espirituales bajo la dirección unificadora de un Archaeus o espíritu dominante. Cada espíritu o sistema de espíritus estaría incorporado o acompañado de su correspondiente porción de materia, la cual se constituiría, así como una modificación accidental o fenómeno fundado en el espíritu; éste realizaría su específica operación a través de la materia, produciéndose una unidad monística de cuerpo y espíritu en acciones mecánicamente realizadas, pero espiritual y vitalmente fundadas. Esta filosofía vitalista iniciada por Paracelso, se convirtió en un auténtico proyecto científico-religioso empíricamente contrastado por J. B. Van Helmont. Es un pluralismo monadológico biologicista que Leibniz retomó.

28. Una afirmación muy importante del Vitalismo leibniziano es que no sólo se conserva la sustancia simple, sino que se conserva todo el animal orgánico, de modo que no hay propiamente ni generación ni muerte, sino el envolvimiento y desenvolvimiento del mismo animal, desde la preformación orgánica en el comienzo del mundo. Esta tesis la repite Leibniz incansablemente desde 1700 hasta la *Monadología*.

El cuerpo orgánico traslada la acción de la entelequia al cosmos de lo sensible, al mundo de los fenómenos, de las fuerzas derivativas, la extensión, la impenetrabilidad, la masa,... En resumen, el salto de la entelequia a lo sensible es la limitación inherente a la representación necesariamente parcial que cada mónada finita tiene de las demás, lo que no quiere decir que carezcan de realidad en sí (bien fundada) para una mente clara, para Dios. Se ve aquí el carácter ontológico de la Psicología leibniziana, el aspecto prekantiano de la noción de fenómeno, y su radical identidad con el Espiritualismo realista de Van Helmont. Con Leibniz vamos desde lo aparente, lo sensible y próximo a lo invisible, insensible y lejano, donde la analogía y uniformidad no es en modo alguno un procedimiento incorrecto en el rigor de la expresión.

29. Para que haya una "sustancia orgánica", un animal orgánico, se requiere que las sustancias "ex quibus resultat" estén regidas por una *mónada dominante* y haya, además, un *vínculo sustancial*, distinto de las sustancias, incluida la dominante, que produzca la verdadera unidad orgánica: es lo que Leibniz llama *sustanciado*, sustancia corporal, o sustancia orgánica.

Un sustanciado monádico (una planta, un animal) es, por ende, una máquina de la naturaleza, una estructura orgánica jerarquizada de mónadas dominando unas sobre otras según grados de perfección, y presididas todas por una mónada central, que es principio de unidad. La sustancia compuesta o sustanciado es, así, una máquina de la naturaleza (un todo cualitativo y funcional) que tiene su entelequia adecuada (la mónada central) y su cuerpo o materia segunda o masa, que es el conjunto siempre fluyente de los cuerpos orgánicos de todas las entelequias contenidas; máquinas envueltas en otras máquinas, cada una dotada de su propia entelequia, inadecuada a la anterior y a las sucesivas, y todas ellas separables de la entelequia dominante total.

La sustancia compuesta es, así, *unum per se*, funcional, ideal, que posee a la mónada dominante como fuerza activa primitiva del compuesto, como *forma sustancial* del animal. El vínculo sustancial que opera la unión real en las sustancias compuestas pertenece en exclusiva a la órbita del acto creativo divino.

30. Leibniz asegura que, así como se conserva la sustancia simple, también debe conservarse la sustancia compuesta, esto es, todo el animal vivo, no siendo el nacimiento y la muerte sino apariencias. Podemos decir que Leibniz, con todas sus limitaciones (propias, por otro lado, de la incipiente Embriología de su época) era antes

un metafísico y un teósofo, que un científico o un biólogo, aunque toda su obra está empapada de biología y concepciones biológicas como hemos comprobado.

La idea tradicional del microcosmos y de las sustancias como "espejos del universo", que tanto encantaban a Van Helmont, es reelaborada por el propio Leibniz con la noción de "máquina orgánica": la materia está construida por la sabiduría divina, organizada hasta el infinito, y por ende, ha de haber máquinas de máquinas hasta el infinito, envueltas unas en otras desde el inicio. Y como todas estas máquinas están presididas y centralizadas por la máquina adecuada a la entelequia dominante, se sigue que todo el animal ha de permanecer indestructible, envolviéndose y desenvolviéndose incesantemente, "cambiando de teatro", aunque no siempre nosotros nos apercibamos de ello, como sucede con las pieles de la serpiente, las hojas de las cebollas, las orugas, moscas o gusanos de seda, las capas de la perla o los vestidos del Arlequín.

Leibniz se negaba a admitir la multiplicación de mundos distintos, sustituyéndolos por uno y el mismo mundo en infinitos grados de consciencia, lo que viene a ser lo mismo, más allá de accidentales problemas terminológicos. Son, en suma, "mundos incluidos en otros mundos". Ni para él ni para su maestro en biología, Van Helmont, ni hay muerte ni nacimiento en rigor del término, sino diversos grados infinitésimos de percepción y de consciencia hasta los espíritus más perfectos. Pero todos, desde el inicio, con su cuerpo orgánico adecuado en un proceso interminable de desarrollo y desenvolvimiento en el conjunto armonioso de la materia segunda del mundo; proceso en el que (también en Leibniz) el sueño y los alimentos cumplen una función biológica muy importante. "Todo está ligado, pero además todo está vivo".

31. En torno a los años 1702-1705 Leibniz redacta sus escritos vitalistas más relevantes. Escribe las *Considerations sur les Principes de Vie et sur les Natures Plastiques* en 1705, tras haber rechazado poco antes (1702) la doctrina del Espíritu Universal Único.

La pregunta radical que había que formular a todos los pensadores vitalistas, una vez abandonado, al menos de forma oficial, el Cartesianismo, era así de simple: si todo es vivo, si la vida penetra por todos los poros del ser, ¿qué diferencia hay –si alguna haya– entre lo orgánico y lo inorgánico, entre una piedra y una planta, un animal, un hombre? Y centrando después la discusión en los seres llamados orgánicos, ¿cómo interactúan la parte físico-química y la parte espiritual en la producción de una acción

vital? Leibniz, manteniendo siempre que "todo está lleno de vida", intenta resolver los dos problemas de una vez.

Hemos visto a lo largo de este trabajo que el principio teosófico de analogía ("todo en todas partes y en todos los tiempos es como aquí"), y su complementario principio de continuidad ("nada se hace por saltos en la naturaleza"), constituyen el término medio de la argumentación de Leibniz en los momentos cruciales de su análisis de la naturaleza. No faltan por tanto tampoco cuando Leibniz quiere definir su Vitalismo: toda la materia está repleta de vida y percepción hasta en sus más mínimas partículas.

Del principio de analogía –uniformidad en el fondo de las cosas y variedad en sus manifestaciones visibles– y del principio de continuidad –divisibilidad y división actual de la materia hasta el infinito–, principios que son premetafísicos y prematemáticos –"metaphysicóteros", los denomina en ocasiones el propio Leibniz–, deriva éste todo su sistema cosmológico, hasta el extremo de hacer coherente lo paradójico. Pues paradójico y contradictorio parece afirmar a la vez la uniformidad y continuidad de todo con la división actual de la materia: si algo es continuo y uniforme, no se ve cómo pueda estar dividido. Pero sucede que tal separación lo es hasta el infinito, o sea, aunque lo infinitamente pequeño es una ficción matemática de nuestra mente, podemos no obstante sustituir en el cálculo lo infinitamente pequeño por lo más pequeño que cualquier error dado, con lo que –señala Leibniz– desaparece el error, pues siempre será menor que cualquier error dado. Ésta es la naturaleza de la materia y del movimiento, de modo que el reposo y el movimiento, el ser y la nada, el uno y el todo, están en perfecta continuidad. De estos presupuestos hemos visto ya que aparece la noción de *conatus*, de movimiento y, en suma, la idea de entelequia prima siempre activa, aunque vuelva a surgir el fantasma del Panteísmo.

32. Para Leibniz nuestros cuerpos tienen perfección, o sea, vida. Ahora bien, cada parte de esta materia viva que los compone sería demasiado privilegiada si ella sola tuviera una ventaja que la distinguiera infinitamente y esencialmente de todas las otras que la rodean: es, por lo tanto, necesario que haya vida y percepción por todas partes.

Así, pues, podemos afirmar que, en virtud del principio de uniformidad, no puede haber más que una diferencia gradual –en variedad de perfección– entre lo orgánico y lo inorgánico: tan llena de vida está la piedra como el cuerpo humano, y no

hay entre estas dos cosas –sub specie aeterni– distinción alguna: "en el fondo" son lo mismo.

La vida consiste básicamente, para Leibniz, en tener percepción y *appetitus*. Ahora bien –prosigue la uniformidad analógica–, como nuestras percepciones a veces, son nítidas y conscientes o con reflexión, y otras veces son confusas y oscuras, es natural decir que habrá seres vivos cuya percepción será oscura y confusa y sin reflexión.

33. Las "pequeñas percepciones" o inconscientes no solamente sirven a Leibniz para afirmar la permanencia del Yo sustancial, sino que es además un argumento para asegurar la continuidad entre lo orgánico y lo inorgánico, cuya diferencia, en última instancia, sólo reside en el hecho de que la piedra no es consciente de sus percepciones, y naturalmente nosotros hoy tampoco se las vemos, aunque ciertamente podría hacerlo un ser privilegiado en conocimiento (ése es el sentido del "sub specie aeterni"). En una palabra, el principio de uniformidad de la naturaleza permite asegurar que entre lo orgánico y lo inorgánico no hay más diferencia que el grado de percepción y de consciencia. Todos los seres son del mismo género en el fondo, y de variedad de manifestaciones jerarquizadas en el exterior. La doctrina leibniziana de los dos reinos –el mecánico y el espiritual– nacerá de otras consideraciones: será, como ya se ha podido ver, un recurso "infinitesimal", para salvar la autonomía del mundo fenoménico y poder estar así con unos y otros, con los Cartesianos y con los Vitalistas ontológicos.

En cuanto a cada criatura consigo misma, en su pasado, presente y futuro, observaremos que cada ser vivo o dotado de percepción –pero ya sabemos que todos sin excepción lo son o, al menos, todos tienen vida–, permanecerá siempre y conservará siempre sus órganos adecuados, ya que la percepción y la materia deben ser universales no sólo respecto del espacio, sino también respecto del tiempo.

34. Es una afirmación fundamental del Vitalismo leibniziano que la materia está organizada hasta el infinito, mas en tanto que fenómeno no es orgánica, no es un organismo. La clave de todo su sistema está en la noción de infinito.

Con todo, a pesar de la genialidad y agudeza de Leibniz, éste debiera responder a una serie de afirmaciones muy arriesgadas:

A/ la materia es, de hecho, un continuo físicamente divisible hasta el infinito.

B/ cada unidad simple espiritual está siempre asociada a algo orgánico y viceversa.

C/ los fenómenos materiales, aunque fundados en las entelequias, son siempre tales sólo *quoad nos*, y quizá no en sí mismos: De donde,
D/ en última instancia, todo es vida espiritual en el universo, y la materialidad de los fenómenos sigue probablemente sin recibir una adecuada justificación ontológica.

Así se correría el peligro de quedarnos en el espiritualismo helmontiano o, a lo más, en un panlogismo metafísico idealista. Pensamos que Leibniz fue muy consciente de estas dificultades y del difícil equilibrio al que ellas le obligaban, y de aquí nace, en nuestra opinión, su secreto y constante coqueteo con lo orgánico, con los "archaei" y la materia sutil y volátil. Le acaeció con este problema algo similar a lo que le sucedió con la emanación de las sustancias frente a Spinoza: tanto más enérgicamente lo rechazaba cuanto más lógicamente próximo a él secretamente se sentía.

35. En toda la pluralidad de formulaciones con las que G. W. Leibniz expresa su pensamiento metafísico subyace un hilo conductor o elemento común que permanece: la influencia de las ciencias de la vida. La hipótesis de trabajo que hemos seguido desde el capítulo 1 hasta estas conclusiones se resume en: la experiencia fundamental de Leibniz es que la vida invade todo lo real hasta sus últimos rincones, y esto tiene una influencia decisiva en su ontología. Esta influencia se vehicula, según nuestra hipótesis de partida, a través del conocimiento de la biología de su momento, y de la discusión crítica e incorporación de los nuevos descubrimientos al conjunto de su pensamiento, y en particular de su concepción monadológica de la realidad. Por eso ha sido fundamental analizar el papel que desempeñó la biología en los siglos XVI-XVIII, porque de no proceder así habría sido imposible comprender una parte muy importante del pensamiento de Leibniz. La Teoría de la racionalidad de Leibniz está elaborada bajo la influencia de sus conocimientos de la biología, conforme el modelo de *organismo vivo*. La influencia de la biología genera un tipo de concepción de la realidad y de la racionalidad y una metafísica de un carácter distinto a la preponderante en la época, de corte físico-matemático. Leibniz elabora por vez primera una ontología *unificada* desde una perspectiva vitalista. Ello lleva también a una antropología *unificada* y no dualista como ocurre en Descartes. Desde la Teoría de la racionalidad y con la garantía de los principios leibnizianos deben abordarse las cuestiones que plantean las ciencias de la vida en relación con la metafísica leibniziana y conforme al modelo de *organismo vivo*. Es aquí donde la biología en tanto que ciencia natural tiene relevancia en una de las dimensiones del pensamiento racionalista moderno. Desde la Filosofía moderna,

concretamente en el caso de Leibniz, puede realizarse una incorporación de los retos que plantean las ciencias biológicas. Por ello, para nuestra investigación hemos considerado la biología también desde un punto de vista filosófico. Respecto a esta cuestión es interesante apuntar que con la presente investigación se pretende paliar la escasez de estudios sobre la influencia de las ciencias biológicas en el pensamiento metafísico leibniziano que tenga como punto de vista la propia biología. Esta dimensión de su pensamiento es fundamental en la construcción de su metafísica, aunque en algunas interpretaciones queda relegada a un segundo plano. De ahí que este estudio quiera aportar también un análisis detallado y riguroso donde se pone de manifiesto la amplitud de la influencia de la biología en la metafísica de Leibniz. La estrategia de trabajo que hemos seguido consiste en rastrear los conceptos de la metafísica que presuntamente le vienen de sus conocimientos biológicos para comprobar así la influencia de las ciencias de la vida en su metafísica. Se trata, por ende, de analizar las nociones relevantes de su filosofía que, en principio, le pueden venir del ámbito biológico. El trabajo llegado este punto verifica esta hipótesis de partida.

ÍNDICE TEMÁTICO

Absoluto: 153, 157, 161, 162, 170

Acción: 8, 9, 38, 46, 48, 76, 79, 81, 84, 102, 108, 111, 130, 131, 133, 138, 140, 161, 162, 163, 176, 183, 184

Acto: 63, 103, 108, 131, 132, 165, 175, 179

Agente: 79, 110, 138

Agregado: 122, 123, 132, 134, 177, 178, 188, 189,

Análisis: 8, 9, 10, 41, 52, 57, 64, 72 80, 101, 108, 115, 120, 122, 162, 184

Apetito: 127, 128, 160, 163

Atomismo: 61, 62, 150, 158

Biología: 7, 8, 10, 11, 20, 100, 101, 109 114, 115, 143, 145, 180, 182

Causalidad: 80, 82, 122, 128, 138

Ciencia: 8, 9, 10, 15, 16, 17, 21, 25, 27, 28, 30, 43, 45, 46, 47, 48, 49, 51, 52, 54, 56, 57, 58, 59, 60, 64, 65, 67, 68, 70, 72, 73, 74, 83, 93, 94, 99, 100, 109, 114, 115, 150, 153, 164, 169, 173

Completo: 64, 110, 126, 148, 163

Compuesto: 49, 123, 134, 149, 158, 177, 178, 179

Composición: 49, 54, 60, 159, 169, 178

Común: 39, 40, 45, 82, 87, 147, 163, 172

Comunicación: 22, 47, 88, 105, 112, 158

Conatus: 8, 10, 150, 157, 159, 160, 161, 163, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 185

Confusión: 29, 39, 40, 58, 155

Continuo: 143, 151, 158, 161, 178, 180, 185, 192

Continuidad: 9, 108, 137, 144, 145, 146, 148, 149, 156, 157, 167, 168, 172, 180, 184, 185, 187, 188, 189

Cuerpo: 8, 9, 10, 17, 18, 20, 22, 23, 25, 27, 30, 38, 41, 42, 44, 47, 56, 78, 82, 83, 84, 90, 96, 97, 102, 103, 104, 106, 107, 109, 110, 111, 112, 120, 121, 122, 123, 127, 128, 129, 130, 131, 135, 151, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 161, 162, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 180, 181, 182, 186, 192

Dios: 28, 29, 43, 45, 53, 61, 92, 105, 123, 126, 129, 130, 135, 136, 137, 138, 141, 142, 143, 145, 149, 151, 153, 154, 165, 171, 172, 175, 176, 179, 180, 181

Diferencia: 15, 32, 44, 57, 62, 71, 95, 102, 103, 106, 132, 144, 157, 168, 171, 178, 184, 186, 187, 190

Diferenciación: 87, 105, 133

Dinámica: 41, 55, 77, 82, 84, 121, 126, 131, 132, 134, 135, 137, 140, 148, 150, 151, 152, 155, 156, 159, 160, 163, 165, 167, 169

Distinción: 61, 63, 75, 101, 130, 133, 151, 157, 164, 186, 189

Elemento: 9, 47, 127, 130, 149, 153, 158, 162

Especie: 16, 27, 59, 83, 107, 113, 187

Espíritu: 21, 24, 47, 48, 61, 78, 104, 105, 110, 112, 163, 173, 183, 188

Espontaneidad: 150, 164, 165

Esencia: 101, 111, 131, 137, 138, 141, 142, 143, 158, 166, 171

Existencia: 48, 66, 74, 75, 76, 77, 92, 95, 105, 109, 125, 141, 142, 143, 145, 152, 158, 167, 168, 171

Experiencia: 7, 9, 11, 24, 25, 27, 45, 52, 56, 58, 59, 66, 89, 106, 128, 145, 152, 154, 156

Expresión: 77, 122, 125, 141, 147, 150, 159, 176

Extensión: 16, 55, 56, 83, 91, 92, 93, 110, 129, 130, 131, 134, 135, 150, 151, 152, 160, 166, 174, 175, 176

Fenómeno: 64, 65, 93, 173, 176, 178, 179, 192

Finalidad: 9, 65, 106, 125, 126, 167

Física: 9, 16, 41, 51, 54, 57, 60, 61, 62, 64, 73, 74, 77, 79, 80, 86, 91, 93, 99, 100, 126, 130, 134, 142, 143, 147, 150, 151, 152, 153, 156, 159

Forma: 9, 15, 16, 17, 26, 28, 29, 36, 37, 39, 43, 44, 45, 46, 49, 54, 56, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 67, 72, 75, 78, 79, 80, 82, 83, 87, 90, 97, 102, 105, 111, 120, 121, 122, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 136, 137, 138, 139, 142, 145, 150, 153, 156, 157, 162, 166, 167, 170, 172, 178, 180, 181, 184

Fuerza: 9, 15, 23, 39, 41, 46, 48, 55, 56, 59, 66, 73, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 91, 93, 96, 97, 114, 121, 126, 131, 132, 133, 134, 135, 137, 138, 141, 148, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 164, 165, 169, 174, 175, 176, 178, 180, 188

Función: 9, 26, 46, 55, 63, 66, 103, 105, 107, 111, 112, 114, 127, 137, 139, 144, 173, 182, 184

Fundamento: 8, 10, 32, 51, 56, 121, 159, 181, 190

Historia: 17, 18, 24, 34, 39, 40, 45, 51, 52, 58, 59, 67, 78, 100, 101, 108, 114,

Idea: 17, 34, 38, 41, 53, 59, 60, 63, 64, 79, 81, 85, 87, 88, 91, 109, 110, 122, 131, 152, 166, 167, 168, 172, 181, 185

Identidad: 9, 137, 146, 171, 176

Infinito: 9, 37, 74, 120, 126, 132, 136, 137, 143, 151, 158, 166, 168, 171, 173, 174, 181, 185, 189, 192

Instante: 136, 161, 162, 166, 167, 175

Inteligibilidad: 121, 171

Lenguaje: 27, 31, 47, 53, 77, 163, 169

Matemática: 16, 32, 49, 51, 52, 69, 73, 74, 76, 77, 80, 84, 87, 90, 91, 93, 96, 99, 100, 142, 152, 156, 159, 161, 184, 185

Materia: 9, 24, 39, 45, 49, 53, 60, 62, 78, 81, 82, 83, 89, 91, 93, 101, 104, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 138, 148, 150, 152, 158, 162, 164, 166, 167, 174, 175, 177, 180, 181, 182, 185, 186, 188, 190, 191, 192

Mecánica: 40, 41, 62, 67, 71, 74, 77, 79, 80, 81, 83, 84, 85, 90, 94, 96, 102, 108, 111, 112, 115,

121, 126, 129, 135, 140, 148

Mecanicismo: 8, 20, 21, 61, 135, 140, 172

Medicina: 16, 17, 19, 21, 24, 26, 27, 56, 66, 93, 104, 106, 111

Metafísica: 7, 8, 9, 11, 20, 70, 73, 92, 93, 109, 131, 132, 134, 135, 140, 146, 151, 156, 163, 164, 169

Método: 9, 10, 18, 25, 26, 51, 52, 54, 56, 57, 58, 59, 60, 62, 64, 74, 75, 76, 85, 86, 87, 88, 89, 97, 101, 102, 109, 110, 112, 115, 122, 138, 143, 172

Moderno: 39, 43, 67, 75, 101, 108, 109, 120, 139

Mónada: 8, 9, 10, 121, 123, 134, 136, 137, 138, 140, 143, 147, 148, 149, 165, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 189

Movimiento: 17, 22, 23, 29, 30, 32, 33, 35, 36, 37, 38, 41, 42, 45, 52, 53, 55, 56, 60, 61, 65, 70, 72, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 83, 84, 90, 91, 97, 103, 104, 105, 107, 108, 109, 111, 113, 121, 125, 126, 129, 130, 135, 140, 140, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 160, 161, 162, 164, 166, 168, 169, 170, 172, 185

Mundo: 15, 16, 18, 20, 37, 39, 40, 42, 46, 47, 48, 52, 53, 54, 61, 72, 74, 79, 82, 90, 94, 95, 96, 101, 102, 107, 131, 132, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 144, 146, 148, 154, 164, 171, 173, 174, 176, 182, 186, 187, 188, 191

Necesidad: 8, 27, 92, 101, 105, 140, 146, 152, 171, 176

Orden: 18, 26, 29, 33, 34, 41, 44, 53, 75, 93, 108, 114, 122, 126, 127, 135, 136, 139, 141, 142, 143, 144, 146, 181

Organismo: 7, 8, 9, 10, 119, 120, 121, 123, 124, 125, 127, 129, 167, 173

Pensamiento: 7, 8, 9, 10, 11, 16, 29, 44, 55, 58, 61, 74, 81, 89, 90, 94, 100, 133, 135, 139, 153, 167, 171, 172, 185

Percepción: 115, 127, 128, 163, 167, 173, 175, 182, 185, 186, 187, 188, 189, 190,

Persona: 37, 92, 94, 104

Punto de vista: 9, 44, 56, 88, 122, 145, 161, 176

Posibilidad: 39, 69, 105, 109, 121, 131

Representación: 17, 122, 126, 127, 128, 176

Razón: 20, 26, 30, 33, 36, 45, 54, 57, 63, 68, 77, 88, 95, 103, 108, 121, 125, 126, 135, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 145, 156, 159, 161, 162, 165, 169, 170, 171, 173, 179, 180, 181, 190

Serie: 11, 17, 19, 42, 66, 72, 86, 121, 122, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 162

Simple: 19, 27, 34, 37, 47, 54, 58, 59, 73, 81, 114, 122, 123, 129, 133, 137, 140, 141, 142, 143, 148, 149, 151, 158, 160, 165, 167, 174, 177, 180, 184, 189, 190, 192

Sistema: 15, 17, 18, 22, 24, 28, 32, 33, 34, 35, 36, 38, 39, 44, 51, 55, 59, 60, 62, 73, 79, 81, 84, 86, 87, 106, 108,111, 121, 125, 126, 128, 131, 138, 139,

Sistema: 143, 147, 148, 149, 163, 164,
165, 169, 171, 172, 173, 185,
191, 192

Tiempo: 17, 18, 28, 29, 31, 36, 39, 41, 42,
48, 50, 60, 63, 66, 67, 69, 75, 77, 86,
88, 89, 92, 97, 99, 100, 107, 111, 115,
120, 121, 142, 150, 155, 161, 162,
163, 167, 169, 172, 178, 188

Tendencia: 22, 43, 64, 94, 99, 160, 161, 163,
167, 169

Totalidad: 81, 84, 145, 150

Unidad: 16, 39, 49, 80, 122, 130, 131, 132,
134, 149, 150, 165, 167, 171, 173,
177, 180, 184, 189, 192

Unión: 82, 123, 130, 145, 151, 165, 177,
179

Universal: 21, 38, 39, 55, 60, 67, 82, 84,
89, 93, 94, 101, 114, 125, 155,
167, 168, 171, 179, 183

Verdad: 18, 19, 22, 26, 45, 46, 47, 57, 58,
59, 60, 63, 68, 79, 87, 106, 107, 140,
164

Vida: 7, 8, 9, 11, 23, 31, 36, 38, 47, 51,
58, 63, 80, 87, 89, 92, 99, 101,
107, 109, 112, 122, 148, 171, 173,
175, 181, 183, 184, 185, 186, 188,
189, 190, 192

Vivo: 7, 8, 9, 10, 11, 45, 113, 119, 121,
123, 127, 143, 167, 172, 180,
182, 184, 188

Voluntad: 41, 47, 71, 86, 140, 153, 163

BIBLIOGRAFÍA

La organización de la bibliografía no es una operación meramente técnica, visto que ella refleja el modo como se procesó la investigación. Así, en la organización de la presente bibliografía, se articulan cuatro líneas de investigación principales: 1/ el trato directo con el *corpus* leibniziano; 2/ estudio de la exégesis leibniziana; 3/ atención al modo de presencia del otro en la elaboración del pensar leibniziano, confrontando el pensamiento del autor con los debates que animaron su tiempo y vinculándolos a ciertas tradiciones en detrimento de otras; 4/ tratamiento de las grandes cuestiones filosóficas planteadas por Leibniz y el leibnizianismo a la luz del pensamiento vivo de la actualidad.

I. OBRAS DE LEIBNIZ

I.1. PRINCIPALES EDICIONES

AA.: *G. W. Leibniz: Sämtliche Schriften und Briefe*, Deutschen Akademie der Wissenschaften zu Berlin (ed.) Darmstadt, Berlín, 1923 ss.

Bodemann : *Die Leibniz-Handschriften der königlichen öffentliche Bibliotek zu Hannover*, E. Bodemann (ed.), Hannover, 1895 (reimp. Hildesheim, 1966).

Careil I: *Lettres et Opuscules inédits de Leibniz*, A. Foucher de Careil (ed.), París, 1854 (reimp. Hildesheim, 1975).

Careil II : *Nouvelles lettres et opuscules inédits de Leibniz*, A. Foucher de Careil (ed.), París, 1857 (reimp. Hildesheim, 1971).

Careil III : *Leibniz: Oevres*, A. Foucher de Careil (ed.), 7 vols, París, 1869 (reimp. Hildesheim, 1969).

Couturat : *Opuscules et fragments inédits de Leibniz*, L. Couturat (ed.), París, 1903 (reimp. Hildesheim, 1961).

Crépon: *L'harmonie des langues,* Presentación y trad. de Marc Crépon, Ed. bilingue alemán-francés, París, Seuil, 2000.

Dutens : *G. G. Leibnitii Opera Omnia*, L Dutens (ed.), 6 vols, Ginebra, 1768.

Erdmann: *G. G. Leibnitii opera philosophica*, J.E. Erdmann (ed.), Berlín, 1840 (reimp. Aalen, 1959).

Fichant : *La réforme de la dynamique : textes inédits,* Presentación por M. Fichant, París, Vrin, 1994.

Finster: *G.W. Leibniz, Der Briefwechsel mit Antoine Arnauld*, R. Finster (ed.), Hamburg, 1997.

G.P.: *G. W. Leibniz: Die philosophischen Schriften*, C.I. Gerhardt (ed.), 7 vols, Berlín, 1875-90 (reimp. Hildesheim, 1960-61).

G.M.: *G. W. Leibniz: Mathematische Schriften*, C.I. Gerhardt (ed.), 7 vols, Berlín, 1849-63 (reimp. Hildesheim, 1962).

G.W. : *Briefwechsel zwischen Leibniz und Ch. Wolf*, C.I. Gerhardt (ed.), Hildesheim, Olms, 2004.

Grua: *G. W. Leibniz: Textes inédits d`après les manuscrits de la bibliothèque provinciale de Hanovre*, G. Grua (ed.), 2 vols., París, 1948 (reimp. Nueva York, 1987).

Guhrauer: *Leibnitz`s Deutsche Schriften*, G. E. Guhrauer (ed.), 2 vols, Berlín, 1838-40.

Jagod.: *Leibnitiana. Elementa philosophiae arcanae de summa rerum*, I. Jagodinsky (ed.), Kasan, 1913.

Jolley: *Comentarios a la metafísica de los unitarianos de Ch. Stegmann*, N. Jolley (ed.), Studia Leibnitiana, VII, 2 (1975).

Klopp: *Die Werke von Leibniz*, O. Klopp (ed.), 1 serie, 11 vols., Hannover, 1864-84.

Le Roy: *Leibniz: Discours de Métaphysique et Correspondance avec Arnauld*, G. Le Roy (ed.), París, 1957 (3 ed., 1970).

Pertz : *Leibnitzens gesammelten Werke*, G. H. Pertz (ed.), 4 vols., Hannover, 1843-1847.

Raspe : *Euvres philosophiques latines et françoises de feu M. Leibniz*, 7 vols. Ed. de R.E. Raspe, Ámsterdam, 1765.

Robinet I: *G. W. Leibniz: Principes de la Nature et de la Grace fondés en raison. Principes de la Philosophie ou Monadologie*, A. Robinet (ed.), París, 1954.

Robinet II : *Correspondance Leibniz-Clarke*, A. Robinet (ed.), París, PUF,1957.

Robinet III : *Malebranche et Leibniz*, A. Robinet (ed.), París, 1955.

Robinet IV : *Correspondence G. W. Leibniz*, Ch. I Castel de Saint Pierre, A. Robinet (ed.), París, Centre de philosophie du Droit, 1995.

Saame : *G. W. Leibniz: Confessio Philosophi*, O. Saame (ed.), Frankfurt a.M., 1967.

Schupp : *G. W. Leibniz: Generales inquisitiones de analysi notionum et veritatum*, F. Schupp ed.), Hamburg, 1982.

I.2. PRINCIPALES EDICIONES EN CASTELLANO

Andreu: *Methodus Vitae*, UPV, Valencia, 2003.

Arana: *G. W. Leibniz: Escritos de dinámica*, Madrid, 1991.

Arnau: *Leibniz: Monadología*, J. Arnau y P. Montaner (eds.), Madrid, 1986.

Azcárate: *Obras de Leibniz*, 5 vols.: I *Principios metafísicos*;II y III *Nuevo ensayo sobre el entendimiento humano*; IV *Correspondencia filosófica*; V Teodicea, P. Azcárate (ed.), Madrid, 1878.

Babini: *El cálculo infinitesimal: Leibniz-Newton*, J. Babini (ed.), Eudeba, Buenos Aires, 2 ed., 1977.

Beuchot: *Discusión metafísica sobre el principio de individuación*, M. Beuchot (ed.)., UNAM, México, 1986.

Castaño: *G.W. Leibniz: Discurso de Metafísica*, A. Castaño (ed.), Buenos Aires, 1955 (4ª ed. 1967).

Correia: *Disertación acerca del arte combinatorio de G. W. Leibniz*, M. Correia (ed.), Santiado de Chile, 1992.

Echev. I: *G. W. Leibniz: Nuevos ensayos sobre el entendimiento humano*, J. Echeverría (ed.), Madrid, 2 ed., 1983.

Echev. II: *G. W. Leibniz: Filosofía para princesas*, J. Echeverría (ed.), Madrid,1989

Echev. III: *G. W. Leibniz, Antología*, J. Echeverría (ed.), B.U. Círculo de Lectores, Madrid, 1991.

Fernández: *Leibniz, Bayle, Correspondencia filosófica*, S. Fernández (ed.), Cuadernos Anuario Filosófico, Pamplona, 1999.

Frayle: *Disertación sobre el estilo filosófico de Nizolio*, L Frayle (ed.), Tecnos, Madrid, 1993.

Fuentes: *Monadología*, M. Fuentes (ed.), Aguilar, Buenos Aires, 1968.

Guillén: *G. W. Leibniz : Los elementos del Derecho natural*, Madrid, 1991.

Herrera: *Investigaciones generales sobre el análisis de las nociones y las verdades*, M. Beuchot y A. Herrera (eds.), UNAM, México, 1986.

Larroyo: *Leibniz: Discurso de Metafísica. Sistema de la naturaleza. Nuevo tratado sobre el entendimiento humano. Monadología. Principios sobre la naturaleza y la gracia*, F. Larroyo (ed.), México, 1977.

López-Graña: *Sobre los principios de la filosofía*, E. López y M. Graña (eds.), Gredos, Madrid, 1989.

Lorenzo: *G. W. Leibniz: Análisis infinitesimal: Un nuevo método para los máximos y los mínimos. Sobre una geometría altamente oculta y el análisis de los indivisibles y de los infinitos*, J. de Lorenzo (ed.), Madrid, 1987.

Marías: *Leibniz: Discurso de Metafísica*, J. Marías (ed.), Madrid, 1942.

Morente: *Monadología y Principios de la naturaleza y de la gracia fundados en la razón*, M. García Morente (ed.), Porrúa, México, reed. 1996.

Nicolás: *G.W. Leibniz, A. Arnauld: Correspondencia completa*, J.A. Nicolás (ed.), Editorial Comares, Granada, 2007.

Olaso: *G. W. Leibniz: Escritos filosóficos*, E. de Olaso, (ed.), Buenos Aires,1982

Ovejero I: *Leibniz: Teodicea*, E. Ovejero (ed.), Madrid, 1928.

Ovejero II: *Leibniz: Nuevo tratado sobre el entendimiento humano*, E. Ovejero (ed.), Buenos Aires, 1970-72.

Pareja: *Sistema nuevo de la naturaleza y de la comunicación de la sustancia*, E. Pareja (ed.), Aguilar, Madrid-Buenos Aires, 1963.

Piñán: *Discurso de Metafísica*, A.C. Piñán (ed.), 1967.

Rada: *La Polémica Leibniz-Clarke*, E. Rada (ed.), Madrid, 1980.

Rensoli: *Discurso sobre la Teología natural de los chinos*, L. Rensoli (ed.), Bi-Blioteca Internacional M. Heidegger, Buenos Aires, 2000.

Roldán: *G. W. Leibniz: Escritos en torno a la libertad, el azar y el destino*, Madrid, 1990.

Rovira I: *G.W. Leibniz: Compendio de la controversia de la teodicea*, Rogelio Rovira (ed.), Ed. Encuentro, Madrid, 2001.

Rovira II: *Conversación de Filareto y Aristo*, R. Rovira (ed.), Ed. Encuentro, Madrid, 2005.

Salas I: *G. W. Leibniz: Escritos políticos*, J. de Salas (ed.), Madrid, 1979.

Salas II: *G. W. Leibniz: Escritos de Filosofía jurídica y política*, J. de Salas (ed.), Madrid, 1984.

Samaranch: *La profesión de fe del filósofo*, F. Samaranch (ed.), Aguilar, Buenos Aires, 1966.

Soriano: *Verdad y Libertad*, J. F. Soriano Gamazo (ed.), Universidad de Puerto Rico, 1965.

Quintero: *Correspondencia con Arnauld*, V. Quintero (trad.), Losada, Buenos Aires, 1946.
Tierno: *G. W. Leibniz: Escritos Políticos II*, E. Tierno Galván y P. Mariño (eds.), Madrid, 1985.
Velarde: *Leibniz: Monadología*, (Introducción G. Bueno) J. Velarde (ed.), Oviedo, 1981.

I.3. ABREVIATURAS DE LAS OBRAS DE LEIBNIZ

Animadversiones: Animadversiones in partem generalem principiorum cartesianorum.
Antibarbarus Physicus: Antibarbarus Physicus pro philosophia reali contra renovationes qualitatum scholasticarum et intelligentiarum chimaericarum.
Aus und zu Spinoza: Aus und zu Spinozas opera posthuma.
Catena mirabilium: Catena mirabilium demonstrationum de summa rerum.
Causa Dei: Causa Dei asserta per justitiam ejus, cum caeteris ejus perfectionibus, cunctisque actionibus conciliatam.
Comentarios Stegmann : Comentarios a la metafísica de los unitarianos de Ch. Stegmann.
Communicata Schulleri: Communicata ex literis Domini Schulleri.
Confessio atheistas : Confessio naturae contra atheistas.
Conséquences: Conséquences métaphysiques du principe de raison.
Considérations : Considérations sur les principes de la vie et sur les Natures Plastiques, Par l'Auteur du Système de l'Harmonie preétablie.
Conversatio Stenonio : Conversatio cum domino episcopo Stenonio de libertate.
De libertate rationalis: De libertate creaturae rationalis.
De modo distinguendi : De modo distinguendi phaenomena realia ab imaginariis.
Demonstrationum: Demonstrationum catholicarum conspectus.
De natura et usu: De natura et usu scientiae generalis.
De scientia universali : De scientia universali seu calculo philosophico.
De Synthesi et Analysi : De Synthesi et Analysi universali seu Arte inveniendi et judicandi.
De veritatibus : De veritatibus, de Mente, de Deo, de Universo.
De verum a falso : De verum a falso dignoscendi criteriis.
Dialogue: Dialogue entre un habile politique et un ecclésiastique d'une pieté reconnue.
Dialogus theologum : Dialogus inter theologum et misosophum.
Elementa verae pietatis : Elementa verae pietatis sive de amore Dei super omnia.
Extrait M. Bayle : Extrait du Dictionnaire de M. Bayle.
Generales Inquisitiones : Generales Inquisitiones de Analysi notionum et veritatum.
Intr. Encyclopediam : Introductio ad Encyclopediam arcanam.
Nouveaux essais: Nouveaux essais sur l'entendement humain.
Principes de la nature : Principes de la nature et de la grace fondés en raison.
Quelques remarques : Quelques remarques sur le livre de Mons. Lock intitulé Essay of understanding.
Reflexions Hobbes: Reflexions sur l'ouvrage que M. Hobbes a publié en Anglois, de la liberté, de la necessité et du Hazard.
Remarques Arnauld : Remarques sur la lettre de M. Arnauld.
Specimen inventorum : Specimen inventorum de admirandis naturae generalis arcanis.
Sur les propositions: Sur les premières propositions et les premiers termes.
Theodicée : Essais de Theodicée sur la bonté de Dieu, la liberté de l'homme et l'origine du mal.

II. LITERATURA COMPLEMENTARIA SOBRE LEIBNIZ

II.1. OBRAS INSTRUMENTALES SOBRE EL AUTOR

AA.VV.: *Leibniz Lexicon. A Dual Concordance to Leibniz's Philosophischen Schriften*, Darmstadt-Hildesheim, Georg Olms Verlag, 1988.

DUTZ: *Zeichentheorie und Sprachwissenschaft bei G. W. L. Eine kritische annotierte Bibliographie der Sekundärliteratur*, 1983.

HEINEKAMP, A: *Leibniz-Bibliographie. Die Literature über Leibniz bis 1980,* Editado por A. Heinekamp, Frankfurt am Main, Vitorio Klostermann, 1984.

_ *Leibniz-Bibliographie. Die Literature über Leibniz 1981-1990,* Editado por K. Müller, Frankfurt am Main, Vitorio Klostermann, 1996.

ROVIRA: *Léxico fundamental de la metafísica de Leibniz,* Madrid, Trotta, 2006.

Revistas especializadas:

- *Studia leibnitiana,* -1969, Ed. Franz Steiner Verlag (Alemania).
- *The Leibniz Review,* -1991, Ed. Glenn Hartz (EE.UU.).

Bibliografía on-line:

- www.qwlb.de/niedersachsen/NIS/Leibniz-Bibliographie/
- www.leibniz-bibliographie.de
- www.leibniz-edition.de
- www.leibniz.es

II.2. MONOGRAFÍAS GENERALES

BROAD, C.D.: *Leibniz. An introduction*, Cambridge, 1975.

BROWN, S.: *Leibniz*, Brighton/Sussex, 1984.

CASSIRER, E.: *Leibniz'system in seinen wissenschaftlichen Grundlagen*, Marburgo, 1902 (reimp. Hildesheim, 1962).

DELEUZE, G. : *Le pli. Leibniz et le Baroque*, París, 1988 (ed. cast. El pliegue. Leibniz y el barroco, Barcelona, 1989).

DUCHESNEAU, F.: *Leibniz et la méthode de la science,* París, Presses Univ. de France, 1993.

ECHEVERRÍA, J.: *Leibniz*, Barcelona, 1981.

HEINEKAMP, A./SCHUPP, F.: *Leibniz' Logik und Metaphysik,* Darmstadt, 1988.

MATES, B.: *The philosophy of Leibniz. Metaphysics and language*, Oxford, 1986.

MURILLO, I.: *El sentido de la ciencia en Leibniz*, Univ. Complutense, Madrid, 1984.

NEWTON, I.: *La polémica sobre la invención del cálculo infinitesimal : escritos y documentos / Isaac Newton y Gottfried Leibniz;* edición de Antonio J. Durán Barcelona , Crítica, 2006.

ORIO DE MIGUEL, B.: *Leibniz y el pensamiento hermético. A propósito de los "Cogitata in Genesim" de F.M. van Helmont*, Universidad Politécnica de Valencia, 2002.

ROBINET, A.: *Leibniz*, París, 1962.

_ : *Architectonique disjonctive, automates systémiques et idéalité transcendentale dans l`oeuvre de Leibniz*, París, 1986.
ROSS, G.M. : *Leibniz*, Oxford, 1984.

II.3. OBRAS RELACIONADAS CON EL VITALISMO Y LAS CIENCIAS BIOLÓGICAS

II.3.1. LIBROS

ALBUS, Vanessa: *Die Welt im lebendigen Spiegel Leibniz' Monadologie,* Gemünden a. Main, auditorium maximun, 2007.
BREGER, Herbert: *Einheit in der Vielheit,* VIII Internationaler Leibniz-Kongress, Hannover, 24 bis 29. Juli 2006, Hannover, Landesbibliothek, 2006.
CARDOSO, Adelino : *O trabalho da mediaçäo no pensamento leibniziano,* Lisboa, Colibrí, 2005.
CARLOTTI, G. : *Il sistema di Leibniz*, Messina, 1923 (Cap. VI).
CIRINO, Raffaele : *Dal movimento alla forza : Leibniz, l'infinitesimo tra logica e metafísica,* Soveria Mannelli, Rubbettino, 2006.
COUTARD, Jean-Pierre : *Le vivant chez Leibniz,* París, L'Harmattan, 2007.
DE RISI, Vincenzo : *Geometry and monadology : Leibniz's « analysis situs » and philosophy of space,* Basel, Birkhäuser, 2007.
DE TOMMASO, Emilio María: *Controversie intellettuali: Leibniz e Bayle (1686-1706),* Soveria Mannelli, Rubbettino, 2006.
DUCHESNEAU, F. : *Les modèles du vivant de Descartes à Leibniz,* J. Vrin, París, 1998 (Cap. X).
_ : *La physiologie des Lumières. Empirisme, modèles et théories,* La Haya, M. Nijhoff, 1982.
_ : *La dynamique de Leibniz,* París, Vrin, 1994.
DUMAS, M.-N.: *La pensée de la vie chez Leibniz*, París, Vrin, 1976.
GENTILE, G. : *Sistema de Logica come teoria del conoscere,* Florencia, 3ed., 1940.
GUYÉNOT, E.: *Las ciencias de la vida en los siglos XVII y XVIII,* México, 1956, pp. 239-246.
HARTZ, Glenn A.: *Leibniz's final system: monads, matter and animals,* London, Routledge, 2007.
LOOK, Brandon: *Leibniz and the vinculum substantiale,* Chicago, University of Chicago, 1997.
LOOK, Brandon and RUTHERFORD, Donald: *The Leibniz-Des Bosses Correspondence,* G. W. Leibniz (transl., ed. and with an introd. by Brandon Look and Donald Rutherford, New Haren, Yale University Press, 2007
NICOLÁS, J.A.: *Razón, Verdad y Libertad en G.W. Leibniz,* Universidad de Granada, Granada, 1993 (Cap. V).
NOLEN, Désiré: *La critique de Kant et la métaphysique de Leibniz : histoire et théorie de leurs rapports,* París, L'Harmattan, 2006.
NUNZIANTE, Antonio-María: *Organismo Come Armonia. La Genesi del Concetto di Organismo Vivente in G. W. Leibniz,* Trento, Verifiche, 2002.
ORIO DE MIGUEL, B.: *Leibniz y la tradición teosófico-kabbalistica: Francisco Mercurio Van Helmont,* Universidad Complutense de Madrid, Madrid, 1993 (Caps. II y VI).

RENSOLI, L.: *El problema antropológico en la concepción filosófica de Gottfried Wilhelm Leibniz,* Valencia, Publicaciones UPV, 2002.
RESCHER, Nicholas: *Studies in Leibniz's cosmology,* Frankfurt, Ontos-Verl., 2006.
ROINILA, Markku: *Leibniz on rational decision-making,* Helsinki, Univ. Helsinki, Dep. of Social and Moral Philosophy, 2007.
ZEHETNER, Cornelius: *Der Briefwechsel mit Bartholomäus Des Bosses,* Hamburg, Meiner, 2007.

II.3.2. ARTÍCULOS

ALLEN, D.: "Mechanical explanations and the ultimate origin of the universe according to Leibniz", *Studia Leibnitiana,* 1 Sonderheft 11, 1983 (esp. cap. 2,3).
ARTHUR, Richard T. W.: "Animal generation and substance in Sennert und Leibniz", *The Problem of animal generation in early modern philosophy,* ed. by Justin E. H. Smith, Cambridge, Cambridge University Press, 2006.
BÜTTNER, Johannes: "Robert Boyle und die Überlegungen des jungen Leibniz zu praktischen Medizin", *Nihil sine ratione: Mensch, Natur und Technik im Wirken von G. W. Leibniz,* Hannover, 2001, pp. 155-162.
CARDOSO, Adelino: "A comunidade monadológica", *Análise,* 16 (1992), pp. 91-109.
CARDOSO, Adelino: "The polarity between time and instant in Leibniz", *Einheit in der Vielheit, VIII Internationaler Kongress,* Hannover, 2006, pp. 131-136.
CARDOSO, Adelino: "Du soi au je: fulguration de la subjectivité leibnizienne », *Nihil sine ratione : Mensch, Natur und Technik im Wirken von G. W. Leibniz,* Hannover, 2001, pp. 178-184.
CARDOSO, Adelino: "Essentialisme et spontanéité des créatures », *L'actualité de Leibniz…*Dominique Berlioz (ed.), Stuttgart, 1999, pp. 33-42.
CARVALHO, M. S. de: "Inter. philosophos non mediocris contentio. A propósito de Pedro da Fonseca e do contexto medieval da distinção entre esencia e existencia*", Mediaevalia,* 7-8 (1995), pp. 561-562.
CARVALLO, Sarah: "Stahl, Leibniz, Hoffmann et la respiration", *Revue de synthèse,* 127 (2006).
CHAZAUD, Jacques : « G. W. Leibniz : médicine et sciences de la vie », *Histoire des sciences medicales,* 30 (1996), pp. 35-40.
GREGOIRE, F. : "Condition, conditioné, inconditionné », *Revue philosophique de Louvain,* 46 (1948), pp. 5-41.
LOOK, Brandon : « The Ties that Bind : Leibniz, Tournemine and Des Bosses », in
BREGER, H. (Ed.) – *Leibniz und Europa. VI Internationaler Leibniz-KongreB,* Hannover, Gottfried Wilhelm Leibniz Geselschaft, 1994, pp. 443-449.
LÓPEZ, J.L.: "Fundamento y supuesto. Acercamiento al problema del fundamento, a propósito de *Sobre la esencia del fundamento* de M. Heidegger", *Thémata,* 1 (1984), pp. 89-107.
MEYER, Helmunt: "Der Hund ist ein von Flöhen bewohnter Organismus, der bellt: Leibniz und die Hunde", *Kleintier-Praxis,* 44 (1999), pp. 921-924.
NICOLÁS, J.A.: "Fundamento y expresión en Leibniz", *Actas de las 1 Jornadas Internacionales sobre Leibniz,* Madrid, 1989.
NICOLÁS, J.A.: "La noción de sustancia de Leibniz frente a la de Descartes", *Cuadernos de Filosofía y Ciencia,* Valencia, 4 (1983), 161-172.

NICOLÁS, J.A.: "La filosofía leibniziana del conocimiento. Hacia la (re)construcción de una tradición hispanoamericana", *Thémata. Revista de Filosofía,* n 29 (2002), pp. 87-116.
NICOLÁS, J.A.: "Die Krise der Aufklärung: die leibnizsche Alternative", *Nihil sine ratione: Mensch, Natur und Technik im Wirken von G. W. Leibniz,* Hannover, 2001, pp. 894-902.
PORTOLÉS, Manuel: "El bioensayo, una necesidad leibniziana del progreso tecnológico", *Actas del Congreso Internacional Ciencia, Tecnología y Bien Común: La actualidad de Leibniz,* Valencia, Ed. UV, 2002, pp. 499-508.
RADNER, Daisie; RADNER, Michale: "Optimality in biology: Pangloss or Leibniz?", *The monist,* 81 (1998), pp. 669-686.
SCHULZE, Christian: "Leibniz und seine Bezüge zur antiken Medizin", *Nihil sine ratione: Mensch, Natur und Technik im Wirken von G. W. Leibniz,* Hannover, 2001, pp. 1166-1172.
WENS, Hanns-Martin: "Leibniz und die Veterinärmedizin: ein Beitrag zur Leibnizforschung", *Deutsche tierärztliche Wochenschrift,* 99 (1992) 6, pp. 264/5.

II.4. OTROS TRABAJOS SOBRE LA FILOSOFÍA DE LEIBNIZ

BELAVAL, Y.: *Leibniz critique de Descartes*, París, 1960.
BELAVAL, Y. : *Etudes leibniziennes,* París, 1976.
BURKHARDT, H. : *Logik und Semiotik in der Philosophie von Leibniz,* Munich, 1980.
CARDOSO, Adelino: *Leibniz segundo a expressäo,* Lisboa, Colibrí, 1992.
CARVALHO, M. S. de: *A síntese frágil. Uma introduçäo à Filosofia (da Patrística aos Conimbricenses),*Lisboa, Colibrí, 2002.
CEREZO, P. : "El fundamento de la metafísica en Leibniz", *Anales del Seminario de Metafísica,* Madrid, 1 (1966), 75-105.
DASCAL, M.: "Leibniz and Spinoza. Language and Cognition", *Studia Spinozana,* 6 (1990), 103-145.
DE SALAS, J.: "Lógica y Metafísica en Leibniz", *Estudios,* XXXII/115 (1976), 469-490.
DE SALAS, J.: *El conocimiento del mundo externo y el problema crítico en Leibniz y en Hume,* Universidad de Granada, 1977.
GILSON, E.: *El ser y los filósofos,* Pamplona, 1979.
HEINEKAMP, A./SCHUPP,F.: "Einleitung" en *Leibniz' Logik und Metaphysik,* Darmstadt, 1988, 1-40 (trad. cast.: "Lógica y Metafísica en Leibniz. Principales líneas de interpretación en el s. XX", *Diálogo Filosófico,* 19 (1991), 4-31).
HERRERA IBÁÑEZ, A.: "Problemas en torno al sistema leibniziano y la jerarquía de sus principios", *Revista Latinoamericana de Filosofía,* XVIII/1 (1992).
MARTÍNEZ MARZOA, F.: *Cálculo y ser. Aproximación a Leibniz,* Madrid, 1991.
NICOLÁS, J.A. : "La rationalité moral du monde chez Leibniz", *Studia Leibnitiana,* Sonderheft 21 (1992), pp. 163-168.
PEÑA, L.: "Armonía y continuidad en el pensamiento de Leibniz: una ontología barroca", *Cuadernos Salmantinos de Filosofía,* XVI (1989), 19-55.
PÉREZ DE LABORDA, A.: *Leibniz y Newton,* 2 vols., Salamanca, 1977 y 1981.
RÁBADE, S.: *Método y pensamiento en la modernidad,* Madrid, 1981.
RACIONERO, Q.: "La filosofía del joven Leibniz: la génesis de los conceptos y la función de la lógica", *Revista de Filosofía,* 2 serie, 3 (1980), 39-125.

RACIONERO, Q.: "Ciencia e historia en Leibniz", *Revista de Filosofía,* 3 época, 2 (1989), 127-154.

RENAUT, A.: *L'ère de l`individu,* París, 1989 (ed.cast., *La era del individuo,* Barcelona, 1993).
SOTO BRUNA, M.J.: "La actividad inmanente: Spinoza, Leibniz, Kant", *Akten des V. Int. Leibniz-KongreB,* Hannover, 1988, 924-931.
ZOCHER, R.: *Leibniz`s Erkenntnislehre,* Berlín, 1952.

III. LITERATURA COMPLEMENTARIA SOBRE LA BIOLOGÍA DE LOS SIGLOS XVI-XVIII

La mayor parte de estos textos se pueden consultar en recurso electrónico en la siguiente dirección web: www.leibniz-bibliographie.de . Corresponde a la Leibniz-Bibliographie de la Gottfried Wilhelm Leibniz Bibliothek-Niedersächsische Landesbibliothek (Hannover, Alemania).

BARTHOLIN, Caspar: *Caspari Bartholini Philosophi & Medici Anatomicæ institutiones corporis humani vtriusque sexáus historiam & declarationem exhibentes,* Excudebat Guilielmiis Turner, 1633.
BERNIER, François: *Three discourses of happiness, virtue, and liberty,* London, Printed for Awnsham and John Churchil ..., 1699.
BOREL, Pierre: *A summary or compendium of the life of the most famous philosopher Renatus Descartes,* London, Printed by E. Okes for George Palmer ..., 1670.
BORELLI, Giovanni Alfonso : *Viri... Joh. Alphonsi Borelli... De motu animalium: pars prima...,* Neapoli: typis Felici Mosca...: de aere Bernardini Gessari, 1734.
BOYLE, Robert: *Física, química y filosofía mecánica,* Madrid: Alianza, 1985.
CHARLETON, Walter, *Physiologia Epicuro-Gassendo-Charltoniana, or, A fabrick of science natural, upon the hypothesis of atoms founded by Epicurus,* London, Printed by Tho. Newcomb for Thomas Heath ..., 1654.
CLAVE (Étienne de) : *Paradoxes ou traittés philosophiques des pierres et des pierreries,* París, Chevalier, 1635.
CUDWORTH, R.: *The true intellectual system of the universe. The first part,* London, Printed for Richard Royston, 1678
DE GRAAF (Reinier): *De mulierum organis generationi inservientibus tractatus novus…demonstrans tam homines et animalia caetera omnia, quae vivipara dicuntur, haud minus quam ovipara, ob ovo originem ducere,* Ludguni Batavorum, Ex officina Hackiana, 1672.
DE ROY (Hendrik) [= REGIUS]: *Philosophia naturalis,* Amstelodami, Apud Ludovicum & Danielem Elzevirios, 1661,
DESCARTES, R. : *Obras escogidas,* trad. de Ezequiel de Olaso y Tomas Zwanck; selección, prólogo y notas de Ezequiel de Olaso, Buenos Aires, Ed. Sudamericana, 1967.
- : *Oeuvres et lettres* Paris : Gallimard , 1953.
DIGBY, Kenelm: *The history of generation,* London, Printed by R.N. for John Martin ..., 1651.
EVERAERTS (Anthon) : *Novus et genuinus hominis brutique animalis exortus,* Medioburgi, Ex officina Francisci Krock, 1661.

FABRICI D'ACQUAPENDENTE (Girolamo): *De formatione ovi et pulli tractatus accuratissimus, in Opera anatomica,* Patavii, Sumptibus A. Meglietti, 1625.
FERNEL, Jean: *Ioannis Fernelii Ambiani ... Uniuersa medicina / ab ipso qvidem authore ... diligenter recognita…; studio et diligentia Guliel. Plantij Cenomani postremum eliminata, et in therapeutices septimum doctissimis scholijs illustrate*. Lugduni : apud Ioannem Veyrat et Thomam Soubron, 1602.
GASSENDI, Pierre: *Opera omnia*, Stuttgart: Friedrich Frommann Verlag , 1964.
_ : *Disquisitio metaphysica,*trad. par B. Rochot, París, Vrin, 1962.
GLISSON, Francis : *Tractatus de natura substantiæ energetica, seu, De vita naturæ,* Londoni, Typis E. Flesher, prostat venalis apud H. Brome ... & N. Hooke ..., MDCLXXII [1672].
GLISSON, Francis : *Tractatus de ventriculo et intestinis,* Londini, Typis E.F., prostat venalis apud Henricum Brome ..., 1677.
HARVEY, William : *Exercitatio anatomica de circulatione sanguinis,* Cantabrigiae, Ex officina Rogeri Danielis ..., 1649.
HARVEY, William: *Exercitationes de generatione animalium,* Londini, Typis Du-Gardianis ..., 1651.
HARVEY, William: *Anatomical exercitations concerning the generation of living creatures,* London, Printed by James Young, for Octavian Pulleyn, and are to be sold at his shop ..., 1653.
HARVEY, William : *Guilielmi Harveii Exercitationes anatomicæ, de motu cordis & sanguinis circulatione,* Londini, Ex officina R. Danielis, 1660.
HARVEY, William : *De ortu et natura sanguinis,* Londini, Ex officinãa E.T. væneâuntque apud Gulielmum Grantham ..., 1669.
HOBBES (Thomas) : *The English Works* (éd. Molesworth), London, J. Bohn, 1839-1845.
HOFFMANN, Friedrich : *Friderici Hoffmanni ... Operum omnium physico-medicorum Supplementum: in duas partes distributum, quibus continentur opera varia... ; pars prima [-pars altera]*, Genevae : apud Fratres de Tournes, 1754.
HOOKE, Robert: *Micrografía: o algunas descripciones fisiológicas de los cuerpos diminutos realizadas mediante cristales de aumento con observaciones y disquisiciones sobre ellas,* Madrid: Alfaguara, 1989.
LOCKE, John: *Compendio del Ensayo sobre el entendimiento humano;* est. prel. y trad. de Juan José García Norro y Rogelio Rovira, Madrid, Tecnos, 1998.
MALEBRANCHE, Nicolas : *Oeuvres de Malebranche,* Paris: Charpentier, libraire-éditeur, 1846.
MALPIGHI, Marcello : *Marcelli Malpighii philosophi & medici Bononiensis e Regia Societate Opera omnia,* Londini, Apud Robertum Littlebury ..., 1686-1687.
MORE, Henry: *The immortality of the soul, so farre forth as it is demonstrable from the knowledge of nature and the light of reason,* London, Printed by J. Flesher, for William Morden, 1659.
- *: A collection of several philosophical writings of Dr Henry More ...,* London, Printed by James Flesher for William Morden ..., 1662.
NEWTON, Isaac: *Principios matemáticos de la filosofía natural;* introducción, traducción y notas de Eloy Rada García, Madrid, Alianza, 1987.
NICOLAS DE CUSE: Opera omnia Hamburg, Felix Meiner, 1998.
PERRAULT, Claude: *Memoir's for a natural history of animals,* London, Printed by Joseph Streater and are to be sold by T. Basset, J. Robinson, B. Aylmer, Joh. Southby, and W. Canning, 1688.

POWER, Henry: *Experimental philosophy, in three books,* London, Printed by T. Roycroft, for John Martin and James Allestry ..., 1664.
REISEL (Salomon): "Statua humana circulatoria", *Miscellanea curiosa, sive Ephemeridum medico-physicarum curiosarum germanicarum Academiae Naturae Curiosorum annus nonus,* Vratislaviae & Bregae, Sumtibus Collectorum, Typis Johannis Christophori Jacobi, 1680, 1-22.
SPINOZA (Baruch): *Opera,* hrsg. von C. Gerhardt, Heidelberg, Carl Winters Universitätsbuchhandlung, 1924 (abrév.: Geb).
STAHL, Georg Ernst : *Traité du soufre : ou, Remarques sur la dispute qui s'est élevée entre les chymistes, au sujet du soufre, tant commun, combustible ou volatil, que fixe, &c ; traduit de l'allemand de Stahl / [par Paul Henri Thiry d'Holbach]* Paris : chez P.F. Didot, le jeune, 1766.
_ : *Theoria medica vera, physiologiam et pathologiam, tanquam doctrinae partes vere contemplativas, e naturae et artis veris fundamentis…sistens,* Halae, Impensis Orphanotrophei, 1737.
_ : *Negotium otiosum, adversus positiones aliquas fundamentales Theoriae medicae verae a viro quodam celeberrimo intentata,* Halae, Literis Orphanotrophei, 1720.
_ : *Oeuvres médico-philosophiques et pratiques,* trad. Par T. Blondin, Tomes II, III, IV et VI, París, J.B. Baillière, 1859-1864.
STENSEN (Niels) [= STÉNON (Nicolas)] : *A Dissertation on the Anatomy of the Brain,* Copenhagen, Nyt Nordisk Forlag (Arnold Busck), 1950.
SWAMMERDAM, Jan: *Ephemeri vita, or, The natural history and anatomy of the Ephemeron, a fly that lives but five hours,* London, Printed for Henry Faithorne and John Kersey ..., 1681.
- : *Johannis Swammerdami ... Miraculum naturæ, sive, Uteri muliebris fabrica,* Londini, Typis Johannis Gellirrand & Robert Sollers ..., 1680.
SYDENHAM, Thomas: *Thomæ Sydenham ... Opera universa,* Londini, Typis R. N. : Impensis Walteri Kettilby ..., 1685.
- : *The whole works of that excellent practical physician Dr. Thomas Sydenham,* London, Printed for Richard Wellington ..., and Edward Castle ..., 1696.
VAN HELMONT (Joan Baptista): *De magnetica vulnerum naturali curatione disputatio contra R.P. Joannem Roberti,* Parisiis, Apud Victor Le Roy, 1621.
_ : *Opuscula medica inaudita. I. De lithiasi. II. De febribus. III. De humoribus Galeni. IV. De peste,* editio secunda multo emendatior, Amstelodami, Apud Ludovicum Elzevirium, 1648.
_ : *Opera omnia,* Francofurti, Sumptibus Johannis Justi Erythropili, Typis Johannis Philippi Andreae, 1682.
_ : *Oeuvres traitant des principes de médicine et physique pour la guerison assurée des maladies,* trad. par Jean Le Conte, Lyon, Chez Jean Antoine Huguettan & Guillaume Barbier, 1670.
WILLIS, Thomas : *De anima brutorum quæ hominis vitalis ac sensitiva est, exercitationes duæ,* Oxonii, E Theatro Sheldoniano, impensis Ric. Davis, 1672.
- : *Two discourses concerning the soul of brutes,* London, printed for Thomas Dring at the Harrow near Chancery-Lane End in Fleetstreet Ch. Harper at the Flower-de-Luce against St. Dunstan's Church in Fleet-street, and John Leigh at Stationers-Hall, 1683.

ÍNDICE GENERAL

Pág.

CONTENIDO……. 5

INTRODUCCIÓN…….. 7

PRIMERA PARTE: LA SITUACIÓN DE LA FILOSOFÍA NATURAL EN LOS SIGLOS XVI-XVIII

CAPÍTULO 1: El renacimiento científico del siglo XVI..... 15

CAPÍTULO 2: Nuevos sistemas de filosofía de la ciencia en el s. XVII.... 51

CAPÍTULO 3: Innovaciones biológicas..... 99

SEGUNDA PARTE: BIOLOGÍA Y METAFÍSICA EN LEIBNIZ

CAPÍTULO 4: El concepto de organismo vivo de G.W. Leibniz y la oposición a Stahl..... 119

CAPÍTULO 5: Nociones de procedencia biológica en la Metafísica leibniziana..... 129

CAPÍTULO 6: La respuesta vitalista de Leibniz: Una ontología unificada..... 183

CONCLUSIONES..... 193

ÍNDICE TEMÁTICO..... 213

BIBLIOGRAFÍA..... 219

ÍNDICE GENERAL..... 231